



EESTI MAAÜLIKOOL

Veterinaarmeditsiini- ja loomakasvatuse instituut

SÖÖTMISOSAKOND

INNAR VIKSI

**MAHEVEISEKASVATUSSE SOBIVATE KAUNVILJADE KEEMILINE
KOOSTIS, LÕHUSTUVUS VATSAS JA KUUMTÖÖTLEMISE MÕJU
LÕHUSTUVUSNÄITAJATELE**

**CHEMICAL CONTENT, RUMEN DEGRADABILITY AND IMPACT OF THERMAL
TREATMENT ON DEGRADABILITY FACTORS OF PULSES SUITABLE FOR
ORGANIC CATTLE PRODUCTION**

Väitekiri magistrikraadi taotlemiseks loomakasvatuse erialal

Juhendaja: dotsent dr (pm) Ragnar Leming

Tartu, 2017

LÜHIKOKKUVÕTE

Eestis üheks enamkasutatavaks proteiinsöödaks loomakasvatustes on kuumtöödeldud rapsikook. Mahelehmade söötmisel kehtivad aga teatavad reeglid ja muu hulgas tuleb maheloomakasvatustevõtetes loomade söötmisel eelistada kohaliku päritoluga ja soovitatavalt oma ettevõttes kasvatatud söötasid. Kaunviljade seemned on tuntud oma suure proteiinisalduse tõttu ja võiksid olla heaks söödaks mahelehmadele. Liblikõieliste kultuuride kasvatamine rikastab mulda lämmastikuga ja on mahetootmises seetõttu vajalikud ka muldade väetamisel.

Magistritöö eesmärgiks oli uurida põldoa, põldherne ja viki kuivaine ning proteiini lõhustuvust veise vatsas. Samuti sooviti välja selgitada, milline on kuumutamise mõju herne ja oa lõhustuvusele vatsas.

Uuritud kaunviljade kuivaine efektiivne lõhustuvus vatsas varieerus vähesel määral ning oli sõltuvalt kultuurist ja sordist 71-80%, kuumpressitud rapsikoogil oli vastav näitaja aga 62%. Kuivaine lõhustuvus kuumutatud (130 °C juures 20 minutit) kui ka kuumutamata hernel oli 48 tunnise inkubatsiooni perioodi lõpus koguni 100 %. Kuumtöödeldud rapsikoogil jäi näitaja 80 % juurde. Kuumutatud põldoa kuivaine lõhustus samuti 48 tunni jooksul peaaegu täielikult (94,9 %). Nii nagu kuivaine puhul, lõhustus ka põldoa ja suviviki proteiinist 48 tunnise inkubatsiooni perioodi lõpuks 100 %. Samad tulemused saadi ka kuumutatud herne ja põldoa proteiini lõhustuvusel vatsas.

Võttes aluseks uuringu tulemused, võib väita, et vatsas lõhustumatu proteiini tarbe katmiseks sobib kõige paremini kuumtöödeldud rapsikook. Kui selle saamine mahepõllumajanduslikus loomakasvatustes on raske, või on see sööt kallis, võivad tõenäoliselt anda rahuldava tulemuse ka herne ja põldoa söötmine. Keemilise koostise ja lõhustuvusnäitajate poolest ei erine suuresti hernes ja põlduba üksteisest, mistõttu tuleks mahepõllumajanduslikku loomakasvatustevõtetusse valida kasvatamiseks sellised kultuurid, mis sobiksid hästi oma agrotehniliselt omadustelt mahetootmisesse.

Uuring viidi läbi riikliku programmi „Põllumajanduslikud rakendusuuringud ja arendustegevus aastatel 2009 – 2014“, mida finantseeris Eesti Põllumajandusministeerium rakendusuuringu „Kohalikel mahesöötadel baseeruva söötmissstrateegia väljatöötamine piimalehmadele“ raames.

ABSTRACT

One of the most widely-used protein feeds in cattle production in Estonia is heat-treated rapeseed cake. Feeding organic cows is regulated with certain rules and locally produced feed should be preferred in organic animal farms. Pulses are well known by their high protein content and can be therefore good feed for organic dairy cows. Legumes enrich the soil with nitrogen and are needed in organic production also for fertilizing the soil.

The aim of the Master's thesis was to study the rumen degradability of dry matter and protein of field bean, field pea and vetch. Also, the impact of thermal processing on the degradability of the pea and the bean in the rumen was observed.

Pursuant to the study, the effective degradability of dry matter in different pulses varied to some extent and were between 71-80% depending from the crop and variety; the same value for heat-treated rapeseed cake was 62%. The dry matter degradability of thermally processed (20 minutes at 130 °C) and unprocessed pea was 100% at the end of a 48-hour incubation period. The same figure was 80% in case of the heat-treated rapeseed cake. The degradability of the thermally processed field bean within 48 hours was also almost complete (94.9 %).

Like dry matter, the degradability of protein of the field bean and the summer vetch was also 100 % during a 48-hour-long incubation period. The same results were obtained also in case of the thermally processed pea and field bean.

Based on the results of the study it may be stated that in order to cover the need for rumen undegradable protein, the most suitable fodder is the heat-treated rapeseed cake. If getting this feed in organic cattle production is complicated or due to the high cost, feeding peas and field beans will most likely give a satisfactory result as well. The chemical composition and degradability parameters of the pea and the field bean did not differ much. Therefore organic cattle farmers should cultivate pulses, which agro-technical characteristic are more suitable for the organic conditions.

The survey was conducted within the framework of the national program "Applied research in agriculture and the development activity in 2009–2014" financed within the applied research of the Estonian Ministry of Agriculture "Development of feeding strategy of dairy cattle based on the local organic fodder".

AUTORIDEKLARATSIOON

Olen koostanud töö iseseisvalt. Kõik kasutatud teiste autorite tööd, olulised sisukohad kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud.

.....

Innar Viksi

Kaitsmisele lubatud(kuupäev)

Juhendajad.....dotsent dr (pm) Ragnar Leming

Magistritöö avalik kaitsmine toimub 31.05.2017 kell 9:00 Kreutzwaldi 62 ruumis A201

SISUKORD

| | |
|---|----|
| LÜHIKOKKUVÕTE | 2 |
| ABSTRACT | 3 |
| SISSEJUHATUS | 7 |
| TÄNUAVALDUSED | 8 |
| 1.KIRJANDUSE ÜLEVAADE | 9 |
| 1.1 Proteiin kui toitefaktor | 9 |
| 1.1.1.Aminohapped | 9 |
| 1.2. Proteiini liig ja vaegus | 11 |
| 1.3. Eesmaos lahustuv ja lõhustuv proteiin | 11 |
| 1.4.Vatsa proteiini bilanss | 14 |
| 1.5. Eesmaos lõhustumatu proteiin | 15 |
| 1.6. <i>In sacco</i> | 16 |
| 1.7. Proteiinsöödad..... | 17 |
| 1.7.1 Rapsikook | 17 |
| 1.7.2 Soja | 18 |
| 1.7.3. Põlduba | 19 |
| 1.8 Söötmiskatsed | 20 |
| 1.8.1 Vikk | 20 |
| 1.8.2 Põlduba | 21 |
| 1.8.3 Hernes | 22 |
| 1.9. Söödaproteiini kaitsmise võimalused | 23 |
| 1.9.1 Proteiinsöötade kuumtöötlemine | 24 |
| 1.9.2. Proteiinsöötade töötlemine tanniiniga..... | 25 |
| 2.Mahelehmade söötmine..... | 26 |
| 2.1. Nõuded söödale | 27 |
| 2.2. Nõuded söötmisele | 28 |
| 3. OMAD UURINGUD | 28 |
| 3.1. Uurimustöö metoodika | 28 |
| 3.1.1. Söödad ja nende töötlemine | 28 |
| 3.1.2. <i>In sacco</i> eksperiment..... | 29 |
| 4. TULEMUSED JA ARUTELU | 33 |
| 4.1 Söötade keemiline koostis | 33 |

| | |
|--|----|
| 4.2 Söötade kuivaine lõhustuvus..... | 34 |
| 4.3 Söötade proteiini lõhustuvus..... | 38 |
| 5. KOKKUVÕTE JA JÄRELDUSED | 42 |
| KASUTATUD KIRJANDUS..... | 44 |
| CHEMICAL CONTENT, RUMEN DEGRADABILITY AND IMPACT OF THERMAL TREATMENT ON DEGRADABILITY FACTORS OF PULSES SUITABLE FOR ORGANIC CATTLE PRODUCTION..... | 53 |
| Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks ning juhendaja kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta | 55 |

SISSEJUHATUS

Tänapäevase põllumajanduse saab tinglikult jagada kaheks: intensiivne põllumajandus ja mahepõllumajandus. Mõlemal juhul on tootja eesmärk tagada oma loomade tervis ja toodang, mida soovitakse saavutada võimalikult väheste kuludega. Kuna sisseostetavad söödad, eeskätt proteiinsöödad on kallid, peavad põllumajandustootjad olema leidlikud, et vähendada proteiinsöödadele tehtavaid kulutusi.

Viimastel aastatel on hakanud põllumajandustootjad suuremat tähelepanu pöörama võimalusele kasvatada ise oma karjale proteiinsöötasid. Meie kliimas sobivad selleks hästi kaunviljad: hernes ja põlduba. Kasvava huvi kaunviljakasvatuse vastu on tinginud suurenenud huvist maheloomakasvatuse järele ja proteiinsöödade kõrge ostuhind. Mahetootmise juures on keerulisem proteiinsöödade ostmise, seda eelkõige seetõttu, et maheloomakasvatustes ei tohi kasutada selliseid söötasid, mis on toodetud mittemahedalt.

Alternatiivina on võetud eesmärgiks kasvatada proteiinsöödana põlduba ja hernerst, väiksemal määral vikki ja lupiini. On teada, et hernes on üks väärtuslikumaid kaunvilju, milles on kaks korda enam proteiini, kui teraviljades. Hernes sobib nii sileerimiseks kui ka terana jahvatamiseks. Lisaks kasvatatakse üha laialdasemalt ka põlduba, millel on hea söödavus ja see on samuti proteiinirikas

Käesoleva magistritöö eesmärgiks oli:

- anda kirjanduse põhjal ülevaade proteiinist kui toitefaktorist ja selle mõjust loomale. Anda ülevaade mahepõllumajanduslikus loomakasvatustes kasutatavate proteiinsöötadest.
- anda ülevaade söötmiskatsetest põldherne, viki ja herne söötmisest .
- uurida maheloomakasvatusesse sobivate söötade (hernes, uba ja vikk) keemilist koostist ja lõhustuvust (proteiin ja kuivaine) ning kuumtöötlemise mõju proteiini lõhustuvusele.

TÄNUAVALDUSED

Minu suurimad tänuavaldused kuuluvad abi ja igakülgse abi eest magistritöö kirjutamisel juhendajale Ragnar Lemingule. Suured tänud lähevad ka katsetehnikule Terje Andersonile, kes tegi ära suure töö fistulkatsete läbiviimisel ja katseandmete kogumisel.

Siiralt tänan oma perekonda ja töökaaslasi, kes on õpingute ajal olnud igakülgselt toeks.

1.KIRJANDUSE ÜLEVAADE

1.1 Proteiin kui toitefaktor

Sõna proteiin pärineb kreekakeelsest sõnast *proteus* – esmane või esimene (Vickery 1950). Loomaorganismis ja taimedes olevaid lämmastikku sisaldavaid ühendeid mõistetakse proteiini mõiste abil (Ots 2005). 1838. aastal G.J.Mulderi soovitusel võttis sõna kasutusele J.J. Berzelius. Mulder avastas, proteiini molekulmass on 874 ning selle koostises olevate lämmastikühendite aatomimass on 140, mis moodustab 16,02 % molekulmassist. Sellest saab järeldada, et proteiinis on 16 % lämmastikku, mis võrdub bioloogilise ühendi proteiinisalduse tema 6,25 kordse lämmastiksisaldusega (Jarrige 1987, Vickery 1950).

Proteiini söötmisel on kaks tarvet: looma enda vajadus ning teiseks mikroobse populatsiooni vajadus (Tamminga 1979).

Proteiin ei ole tema koostiselt homogeenne ühend, mäletsejaliste söötmisel räägitakse vatsas lõhustuvast proteiinist ning vatsas lõhustumatust kuid peensooles lõhustuvast ning imenduvast proteiinist (Kaasik 1994).

1.1.1.Aminohapped

Energia kõrval tähtsuselt teine toitefaktor omab loomaorganismis valgulist tähtsust. Valgud koosnevad 20...22 erinevast aminohappest, mis loomaorganismis hüdroolüüsuvad. Loom vajab aminohappeid, mitte proteiini, mis on üks kallimaid toitefaktoreid. Kuna loom ise ei suuda sünteesida vajaminevat kogust aminohappeid, peavad need tulema söödast (Patton n.d), mille otstarbekas kasutamine suurendab tootmise tulukust (Kaldmäe *et al.* 2003). Söödast peaks loom kätte saama järgmised aminohapped :

- 1) histidiin

- 2) trüptofaan
- 3) fenüülalaniin
- 4) lüsiin
- 5) isoleutsiin
- 6) leutsiin
- 7) valiin
- 8) metioniin
- 9) treoniin (Patton *et al.* 2014).

Kuigi arginiini suudab lehm ise sünteesida, peaks ka see pärinema söödast, kuna selle defitsiidi puhul väheneb produktiivsus ja immuunsus. (Patton *et al.* 2014).

Arginiin võtab osa looma keha funktsioneerimisest, näiteks laktatsiooni, kasvu ja kudede muutustest. Samuti vastutab mitmete hormoonide ja molekulide signaalide eest, stimuleerides kasvu hormooni, prolaktiini ja insuliini. Olles üheks tähtsamaks ühendiks lämmastik oksiidi ja polüamiinide sünteesis. Need omakorda võtavad osa platsenta kasvamisest ja angiogeneesis, tõstes emaka ja platsenta vahelist verevahetust ning rahuldades loote toiteainete vajadust (Yunta *et al.* 2015).

Kaksteistsõrmiksoolde saabuval aminohapped pärinevad kolmest allikast:

- 1) mikroobsest proteiinist vatsas
- 2) degradeerimata söödaproteiinist
- 3) endogeensest valgust (Patton *et al.* 2014).

Proteiini mõõtmise parameetriks söödas või ratsioonis on aminohapete kogus, mis imendub peensooles. (Jarrige 1987, Madsen, Hvelplund 1984). Vabade aminohapete tase suureneb vatsas kohe pärast söötmist ning seda on arvatud sellepärast, et proteolüüs ei ole kiirust vähendav tegevus. (Tamminga 1979).

On leitud, et proteolüüsi ja deaminatsiooni mõjutab vatsa pH. Optimaalseks loetakse pH vahemikku 6...7. *In vitro* katsetega on tõestatud, et karbamiidi produktsioon on maksimaalne pH 4.5, 5.6, 6.7 ja 7.7 juures. pH alla 4.5 juures muutuvad vatsabakterid väheolulisteks ja 7.2 juures proteolüüs seiskub (Tamminga 1979).

1.2. Proteiini liig ja vaegus

Proteiin on toitefaktor, mida lehm vajab optimaalseks kasvuks, piima ja piima koostisosade sünteesiks, reproduktsiooniks ja immuunsuseks (Block 2012). Proteiini puudus kutsub esile valgu vähenemise vereplasmas- hüpoproteineemia. Samaaegselt väheneb karbamiidi eritus uriiniga. Kahaneb valgu hulk veres, maksas, lihastes ja nahas, mis omakorda vähendab resistentsust haiguste suhtes. Noorloomadel omakorda vähendab kasvu, põhjustab kängumist, langeb viljakus, elusmass ja toodang (Muuga 1963, Giallongo *et al.* 2005). Samuti mõjutab söödaratsiooni proteiinisaldus väljaheidetes leiduvate *Escherichia coli* 0157:H7 ja *Listeria* olemasolu. Väheneb kahjulike bakterite sattumine keskkonda, muutes ka inimese tervist toiduahelas. (Biswas *et al.* 2016).

Kõrge proteiini sisaldus ratsioonis tõstab ammoniaagi kontsentratsiooni vagiinas kui ka munasarja alumises- uteriinnses osas. Proteiini kõrge biolagunemise saaduseks on suur kogus ammoniaaki, mis tuleb maksas uureaks detoksifitseerida. See omakorda vajab lisa energiat, mis võib mittepuudumisel mõjutada sigimist (Canfield *et al.* 1990, Armentano *et al.* 1986). Energia ja amonohapped söödas on kaks põhjust, mis piiravad piimatootlikust (McCarthy *et al.* 2002). Kõrge proteiini tase söödas tõstab küll looma piimatootlikust, kuid kuna progesterooni taseme langemisega veres muutub ka emaka keskkond, mõjutab see sigimist ja emaka keskkonda (Butler 2005). Kuna madalama toodanguga lehmadel nt. esimese laktatsiooni loomad ei koge defitsiiti, siis võib neid madalama proteiini kontsentratsiooniga sööta, kui multipaarseid (Canfield *et al.* 1990).

1.3. Eesmaos lahustuv ja lõhustuv proteiin

Looma tervis, heaolu ja proteiini kasutamise efektiivsus sõltub :

1. mikroobse proteiini sünteesist vatsas;
2. peensooles imenduvate aminohapete hulgast ja suhtest;
3. loodusele tekkiva negatiivse lämmastiku ekskretsiooni minimaliseerimisel (Kärt *et al.* 2004)

Söödaproteiini saab jagada seedeprotsessidest lähtuvalt kolme rühma :

1. lahustuv proteiin, mis koosneb mittevalgulistest lämmastikühenditest,
2. raskesti lahustuv proteiin, mis koosneb valgulistest lämmastikühenditest;
3. mittelahustuv proteiin (Kaasik, Kask 1997).

Proteiin, mis laguneb vatsakeskkonnas jagatakse lahustuvaks ja lõhustuvaks fraktsiooniks. Lahustuva osa moodustavad lämmastikulised ühendid- amiidid, nitraadid. Lahustuv proteiin laguneb vatsas kiirelt peaaegu 100% -lt . Teraviljadel sõltub proteiini lahustumine vatsas mehaanilise töötlemise viisist (Kaasik *et al* 2005). Uuringud on näidanud, et silos jääb see vahemikku 50...80% (tabel 1) (Vadi *et al.* 2004). Silode suur lõhustuva proteiini hulk avaldab negatiivset mõju sigivusele ja ainevahetushaigustele. Söödaproteiin lõhustub vatsas keskmiselt 60...80%, kuid intensiivistub heina kuivatamisel ja sileerimisel (Olt *et al.* 2005).

Vatsas mittelõhustuva proteiini saab jagada kaheks :

1. proteiiniks, mis on seotud ligniiniga;
2. valguline proteiin, mis on seedesüsteemis seeduv (Kärt *et al.*2002)

Lõhustuvus vatsas sõltub proteiini füüsikalistest ja keemilistest omadustest, söödaosakeste vatsa läbimise kiiruses, happesusest vatsas ning mikroorganismide aktiivsusest. Valguline proteiin laguneb vatsas aeglaselt, mittevalguline proteiin aga 100%-lt (Kass 2006). Prantsusmaa süsteemi järgi arvutatakse lõhustumatu proteiini seeduvuseks 95%, Saksamaal 66% ja Soome süsteemis on kordajaks 70% (Kärt *et al.*2002).

Proteiini töötlemise eesmärgiks on minimaliseerida lahustuvat fraktsiooni ja maksimeerida aeglaselt lõhustuvat fraktsiooni. Termilise töötlemisega suurendatakse süsivesikute lõhustuvust mittestruktuursete süsivesikute vähendamise (Kaasik *et al.* 2000). Proteiinitarbest peaks lahustuv proteiini olema lehmas ratsioonis 25...44% (Kaldmäe *et al.* 2013). Piisava hulga energia olemasolul saavad vatsamikroobid sünteesiprotsessides kasutada lõhustuva valgu laguprodukte. Lõhustumatu valgu aminohapped imenduvad sooleepiteeli kaudu, mida looma organism saab kasutada (Kaasik 1999).

Kui vatsa satub söödaratsiooniga palju vatsas lõhustuvat proteiini, mida mikroorganismid ära ei suuda kasutada, tekitab see loomale terviseprobleeme. Halveneb Mg, Ca ja P resorptsioon, suureneb tetaania oht, langeb piima valgusisaldus, põhjustab sündinud

vasikate elujõuetust ning lehmade sigimisprobleeme (Kärt *et al.*2004). Mida kõrgem on söödaratsiooni proteiinisaldus, seda madalam on vereplasma progesteroonisisaldus ja seda halvemad on lehmade sigimisinäitajad.

Energiadefitsiit süveneb samuti suure proteiinisaldusega, kuna liigse ammoniaagi elimineerimiseks kulutab loom palju ainevahetusenergiat (Kärt 2011). Loom ei suuda intensiivse ammoniaagi elimineerimiseks sünteesida vajalikke aminohappeid, mis seoksid tekkivad ühendid, ning tulemuseks on ainevahetushaigused loomal (Kärt *et al.*2004). Kui lämmastiku kogus on üle vatsabakterite tarbe, siis liigne metaboliseeritakse maksas karbamiidiks ja väljutatakse kehast uriiniga (Orlandi *et al.* 2005).

Tabel 1. Erineva liigilise koostisega heintaimedest valmistatud silo proteiini lahustuvus ja lõhustuvus vatsas erinevate inkubatsiooniaegade vältel (Kärt *et al.*2002)

| Heintaime liik | Lahus- tuvus % | Lõhustuvus %, aeg h | | | | | |
|--|----------------------|---------------------|------|------|------|------|------|
| | | 2 | 4 | 8 | 16 | 32 | 64 |
| Kõrrelistest heintaimedest loomise faasis valmistatud silo | 83,7 | 84,1 | 86,3 | 86,9 | 89,6 | 90,1 | 92,8 |
| Kõrrelisterohkkest põldheinast loomise lõpul valmistatud silo | 61,9 | 66,7 | 66,7 | 78,6 | 84,3 | 87,1 | 90,5 |
| Lutsernist õiepungade moodustamise faasis valmistatud silo | 83,1 | 89,7 | 89,7 | 91,4 | 92,8 | 94,1 | 94,6 |
| Punasest ristikust õiepungade moodustamise faasis valmistatud silo | 76,3 | 76,5 | 77,4 | 83,6 | 89,6 | 96,2 | 96,6 |

1.4.Vatsa proteiini bilanss

Alates 1977. aastast on avaldatud kuus mäletsejaliste proteiini tarbe süsteemi. Nendeks on Suurbritannia, Prantsusmaa, Šveits, Lääne- Saksamaa, Skandinaaviamaad ja Ameerika. Nende erinevusteks on mikroobse proteiini kogus arvutatuna kas kuivaines või metaboliseeruvus energias (Alderman 1987).

1985. aastal löid Skandinaavia maad uue proteiini hindamise süsteemi, mis põhines aminohapete imendumise koguse peensooles ja lämmastiku bilansist vatsas (Gylswyk, Murphy 1993).

Vatsa proteiini bilanss (VPB) näitab, lõhustuvale proteiinile vastavat energia hulka vatsas (Gylswyk, Murphy 1993; Kärt *et al.*2002). Kas kalkulatsioonides tehtud arvutused vastavad tegelikult vatsas sünteesitud mikroobse proteiini kogust. Väljendatakse proteiini grammi kg kuivaine suhtes (Gylswyk, Murphy 1993).

Negatiivse näitaja puhul ei imendu peensoolde soovitud hulka aminohappeid. Positiivse bilansi puhul on tegemist lõhustuva proteiini liiaga, mis võib tekitada loomal tõsiseid terviseprobleeme (Kärt *et al.*2002, Schmidt, Zsedely 2011).

Näitaja söötades on negatiivne, positiivne või null (tabel 2.). Teraviljadel on näitaja negatiivne, silos ja srottidel positiivne (Kärt *et al.*2002).

Tabel 2. Enim kasutatud söötade vatsa proteiini bilanss (Söötade keemilise koostise ja toiteväärtuse tabelid 2004)

| Sööda nimetus | Vatsa proteiini bilanss |
|--------------------------|-------------------------|
| Kaer | -23 |
| Oder | -44 |
| Mais | -100 |
| Nisu | -28 |
| Hernes | 52 |
| Põlduba | 85 |
| Sojasrott | 200 |
| Rapsikook | 139 |
| Lutserni rohi, II niide | 45 |
| Põldheinasilo II niide | 12 |
| Maisisilo enne õitsemist | -5 |
| Põldhein loomise lõpus | -17 |

1.5. Eesmaos lõhustumatu proteiin

Kuna mikroobne proteiin, mis sõltub energia kättesaadavusest mikroobidele, peamiselt sööda süsivesikute lagundamisest, ei suuda loomal vajatud tarvet katta, on vatsas lõhustumatu proteiin tihti vajalik (Alderman 1987). Proventrikuluses lõhustumatu proteiin imendub ja seedub looma peensooles seedeensüümide toimel. Saamaks teada reaalselt lõhustumatu proteiini kogust, peaks loom olema varustatud kaksteistsõrmiksoole fistuliga, mis omakorda on aeganõudev ning kulukas (Madsen, Hvelplund 1987).

Lahustumatu proteiini ulatus sõltub:

1. Proteiini struktuuride resistentsest ja nende potentsiaalses lahustuvuses;
2. Vatsa mikroobide proteolüütilisest aktiivsusest;
3. Proteiini säilimisest vatsas (Jarrige 1987).

Lõhustumatut proteiini leitakse kas *in vivo* või *in situ* katsetega. Esimene nendest on aeganõudev ja raske korralikult läbi viia, ühilduda ja interpreteerida. *In situ* katsed tehakse sünteetiliste nailonkotikestega. Katse tulemused tuleb standardiseerida tagamaks reproduktioonilised tulemused (Jarrige 1987, Aufrere *et al.* 1990).

Vajadus vatsas lõhustumatu proteiini järgi kasvab loomal toodangu tõusuga, eriti laktatsiooni algul, kui ratsioon sisaldab palju liblikõieliste taimede silo (Hoffman *et al.*

1991). Vatsas lõhustumatuks proteiiniallikaks sobib õlleraba, mis on kuivatatud (Armentano 1986). Samuti vajavad lõhustumatut proteiini kiiresti kasvavad noorloomad (Tamminga 1979).

1.6. *In sacco*

Laialdaselt on kasutatud erinevaid meetodeid loomade seedeprotsesside iseloomustamiseks, kuid *in sacco* meetod on kõige efektiivsem tegemaks kindlaks vatsas toimuvaid protsesse. Meetod sobib ka tärglise lõhustumise hindamiseks vatsas. Meetodit on peetud ka ebasoovitavaks, kuna on kulukas ja mõjutab looma heaolu. Kuid palju alternatiive sellele meetodile pole, kuna enamike meetodite puhul on vajadus kasutada vatsavedelikku (Mohamed , Chaudhry 2008).

Lõhustuvuse määramiseks tuleb proovid jahvatada ning kaaluda polüesterriidest kotikestesse. Kotikeste sisu peab olema piisavalt suur, et järele jäänud kogust oleks võimalik mõõta ja teha järeldusi (Doreau 1992). Kotikesed pannakse spetsiaalse plastikust vooliku ehk „kuusekese” külge. Vahetult enne kotikeste viimist vatsa, tuleb neid 20 minutit 39 °C vees leotada ning peale seda saab need vatsafistuliga varustatud lehmale vatsa sisestada. Lehmadele ei ole soovitatav sisestada korraga üle kuue täissuuruses kuuse vatsa (Cruywagen 2006).

Peale vatsast eemaldamist pannakse kotid külma vette, et lõppeks mikrobiaalne fermentatsioon. Toimub loputus vatsasisu jääkide eemaldamiseks, ning pannakse -22 °C sügavkülma, et sisu säiliks kõikide katsekotikeste inkubeerimise lõpuni.

Järgmiseks etapiks on kotikeste üles sulatamine ja pesumasinas pesemine. Kuivatamiseks kasutatakse kuivatuskappi. Lõhustuvus vatsas leitakse enne inkubeerimist ja pärast järele jäänud toitainete vahe.

1.7. Proteiinsöödad

Eestis kasutatavateks proteiinsöötadeks on valdavalt õlikoogid ja srotid, eriti rapsikook. Viimast kasutatakse nii mäletsejaliste kui ka monogastriliste loomade söötmisel, mistõttu on ta loomasööda turul üheks märkimisväärsemaks proteiiniallikaks (Huang *et al.* 2015). Proteiinirikast rapsisööta toodetakse taimedest *Brassica napus*, *Brassica rapa* ja *Brassica juncea*. Primaarseks tooteks on neil taimeõli, mis moodustab umbes 40% seemne kaalust ning kõrvalsaaduseks on 38% proteiinisisaldusega sööt (Wanasundara 2017).

Eestis üha enam kasvatatavaks proteiiniallikaks mahepõllumajanduslikus tootmises on hernes, põlduba ja vähemal määral ka vikk. Nende kasvatamiseks on meil sobilikud kliimaatilised tingimused ning kasvatamise populaarsus kasvab (tabel 3).

Tabel 3 . Eestis enam levinumate mahepõllumajanduslikus tootmises kasutatavate kaunviljade kasvupinnad (ha) aastatel 2011 – 2016 (Põllumajandusamet 2017)

| Sööt | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
|---------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Hernes | 732,8 | 1914,4 | 2242,6 | 2756,1 | 3006,8 | 4431,1 |
| Põlduba | 5,7 | 2,2 | 15,5 | 414,1 | 953,9 | 2477,4 |
| Vikk | | | 41,0 | 57,7 | 20,6 | 11,0 |

1.7.1 Rapsikook

Terves Euroopas suureneb nõudlus põllumajandusliku diiselküttele järele, mistõttu on rapsikasvatus terves Euroopas suurenenud (Lerch *et al.* 2012). Seda eelkõige seetõttu, et nõudlus bioetanooli ja biodiisli järele kasvab (Hristov *et al.* 2011). On leitud, et selle tulemusena väheneb kasvuhoonegaaside emissioon, kuid suureneb pinnase hapestumine, eutrofeerumine ja konkurents haritavale maale (Adari 2013).

Rapsi on kasvatatud terves Euroopas keskajast, kuna rapsiõli kasutati Tööstusrevolutsiooni ajal mootorite määrdeainena (Hristov *et al.* 2011). Eestis alustati

kasvatamisega 1960-ndate aastate keskel, eelkõige haljassööda ja silokultuurina (Adari 2013).

Eestis kasvatati 2011. aastal rapsi- ja rüpsi 89 100 hektaril, kogusaagikusega 143 600 tonni, keskmiselt saadi 1612 kilogrammi rapsi- ja rüpsiseemet hektari kohta (Statistikaamet 2012).

Oma olemuselt lõhustub rapsikoogi proteiin vatsas vähe (50...55%) ning aeglaselt (Vadi *et al.* 2003). Õliseemnete söötmine piimalehmadele parandab piimarasva happelist profiili (Johansson *et al.* 2014). Eelkõige suureneb 4 ja 16 süsinikahelaga rasvhapped piimas, väheneb 18:0 ja 18:1 rasvhapete kontsentratsioon (Lerch *et al.* 2015). Suures koguses sisaldab oleohapet ja *cis*- 13 22:1 rasvhapet (Hristov *et al.* 2011).

Rapsi peetakse heaks aminohapete allikaks mäletsejaliste söötmisel. Raps sisaldab vähe lüsiini, kuid kõrge koguse metioniini ja tsüsiini. Vaba suhkrut, tärklise ja polüsahhariidide tase on 15%, mistõttu on raps ka heaks energia-allikaks (Newkirk 2011).

Ülemäärane söödakogus mõjutab vatsamikroobe negatiivselt, kujutades neile toksilist ohtu. Õlirikas ratsioon tõstab propioonhappe taset vatsas ja mõjub piimarasva sünteesile depresseeruvalt (Johansson *et al.* 2014). Kõrge kiu ja soovimatute komponentide, näiteks polüfenoolide ja glükosinolaatide sisalduse tõttu, tuleb rapsisöötaid loomale teadlikult normeerida (Arntfield, Hickling 2011).

1.7.2 Soja

Soja kasvamisega alustati Hiinas umbes 5 tuhat aastat tagasi. 1800 aastate algul viidi seemned Ameerikasse, kus sajandi lõpus hakkasid talunikud neid kasvatama loomadele (Smith n.d).

2014. aastal toodeti 320 miljonit tonni soja, suurimateks tootjateks olid Ameerika Ühendriigid ja Brasiilia (Gresshoff 2017). Maailmas kasutatakse sojaubadest saadud proteiinist 87% loomasöödana, 13% toidutööstuses (Eesti Sojaliit 2006).

Sojas on 37...40% proteiini, 19...20% õli ning ülejäänud osa moodustavad lämmastikuta ekstraktiivained (Kaljo 2006). Toiteväärtust pärsvad trüpsiini inhibiitorid, lektiin, saponiin ja oligosahhariidid (Leming, Lember 2005). Kaks peamist globuliini, mida sojaoad sisaldavad on β -konglütisiin (*conglycinin*) ja glütisiinid (*glycinin*), mida kutsutakse vastavalt 7S ja 11S (Hu *et al.* 2017).

Sojas on fütiinfosforit 61...70%, mis on mäletsejalistele hästi omastatav, kuna eesmao mikrofloora produtseerib fütaasi, mis lõhustab fütiini. Sead seevastu omastavad ainult 25 % soja fosforist (Kuust 1994). Laur (2014) väidab enda magistritöös, et sojauba sisaldab 5...6 % oligosahhariide ja suures koguses fütiini, mis vähendab nii fosfori kui ka tsingi omastatavust.

1.7.3. Põlduba

Põldoa (*Vicia faba*) kasvatamise alguseks võib lugeda Neoliitikumi ajastut, kus kasvatamist alustati Iraanis ja Iraagis. 1000...1200 aastat tagasi aretati Iraagis suureseemnelised taimed, kust edasi levisid need Aasiasse, Põhja-Aafrikast Euroopasse ja lõpuks Ameerikasse (Link *et al.* n.d).

Suurimateks tootjateks on Aasia, Aafrika ning Euroopa (Link *et al.* n.d). Eestis kasvatati 2011. aastal põlduba 116 hektaril (Statistikaamet).

Kuna oa kuivaines on 30% proteiini ja 30...40% tärklisist siis on temast saanud sobiv proteiini-ja tärkliseallikas nii loomasöödana kui ka inimtoiduna (Abdelhamid *et al.* 2004, Puhakka *et al.* 2016). Oa tärklise osa lõhustub vatsas 76...78% ulatuses, proteiin 85...90% (Yu *et al.* 2000). Lisaks tärklisele ja proteiinile, sisaldavad seemned palju foolhapet, niatsiini, C- vitamiini, magneesiumi ja kaaliumit (Gimenez *et al.* 2012).

Samuti sisaldavad põldoa seemned selliseid toitaineid, mis mõjutavad looma produktiivsust negatiivselt. Nendeks on:

1. tanniinid;
2. proteaasi inhibiitorid;
3. oligosahhariidid - rafinoos, stahhüoos (*stachyose*);

4. mittepõlüsahhariidid (Hejdysz *et al.* 2016).

Tewatia jt. (1995) katses uuriti formaldehüüdiga töödeldud põldoa söötmist lakteerivatele kitsedele. Lahusega töödeldud ja töötlemata söödal ei olnud olulist mõju piimatoodangule, kui ka piima rasva- ja valgutoodangule.

Sigadel põhjustab suur kogus tanniine söödas trüpsiini ja kümotrüpsiini aktiivsuse langust (Jansman *et al.* 1993).

Põldoa aminohapete profiil erineb rapsikoogi ja soja omast. Histidiini osa on eelpool mainitud proteiinsöötadega sama, kuid metioniini sisaldus on oas madalam (Puhakka *et al.* 2016, Yu *et al.* 2000). Põldoa proteiin koosneb kahest peamisest fraktsioonist: albumiinid ja globuliinid. Albumiinid on proportsionaalselt rikastatud S-aminohapete (*sulphur amino acids*) ja lüsiiniga. Globuliinid sisaldavad legumiini (*legumin*), vitsiliini (*vicilin*) ja konvistiliini (*convicilin*) (Vioque *et al.* 2012).

1.8 Söötmiskatsed

1.8.1 Vikk

Ökoloogiline viljelusviis, mis kuulub madalate sisenditega viljelusviiside hulka, kuna selles ei kasutata keemiliselt sünteesitud väetisi ja pestitsiide, on tänapäeval järjest populaarsemaks muutumas. Seda eriti õhulämmastikku siduvate kultuuridega liblikõielised kultuurid. Kaunviljad katavad oma lämmastikuvajaduse suures osas ära õhulämmastiku arvelt, mistõttu segakülvides teraviljaga konkureerivad sellised kultuurid mullalämmastiku osas vähesel määral (Lauk *et al.* 2008).

Nii nagu iga söödaga, on ka viki puhul välja toodud soovituslikud kogused (tabel 4), mille järgimisel ei mõjuta sööda kogus looma tervist negatiivselt (Huang *et al.* 2017)

Tabel 4. Soovituslikud kogused viki söötmisel

| Loomad | Maksimaalne kogus (g/ kg söödas) |
|-------------------------------|---|
| Jääd | 300,0 |
| Mäletsejalised | 250,0 |
| Sead (91 - 119 päeva vanused) | 225,0 |
| Sead (1- 91 päeva vanused) | 150,0 |
| Munakanad | 150,0 |
| Broilerid | 100,0 |
| Jänesed | 100,0 |

Lauk jt (2008) tehtud katses, kus uuriti suviviki kasvatamist koos nisu ja kaeraga, selgus, et nii viki-nisu kui ka viki-kaera segakülvid annavad lämmastikväetisteta mullal häid seemnesaake (ligikaudu 3000 kg ha). Sama tulemus tuli ka proteiinisaagi seisukohalt. Maksimaalselt saadi proteiinisaaki viki-nisu külvikorrast (500 kg ha), viki-kaera segakülvis 438 kg ha.

Valentine ja Bartch (1996) uurisid holsteini tõugu veiste piimatoodangut ja rasva, kasutades proteiiniallikana vikki ja lupiini. Söödad segati (suhtes1:1) kokku odraga. Katsetulemused näitasid, et kui sööta loomadele odra ja viki segu, siis võrreldes lupiini-odra seguga, tõuseb veistel nii piimatoodang, kui ka piima rasva- ja valgutoodang. Odra ja viki seguga söödetud katseloomad andsid päevas 30,3 liitrit piima, 1,30 kg rasva ja valku 0,92 kg. Lupiini ja odra seguga söödetud lehmad seevastu 27,7 liitrit piima, 1,23 kg rasva ja 0,87 kg valku . Positiivse tulemuse andis ka viki ja odra segu söõtmine loomade juurdekasvule. Loomad võtsid 200 g päevas rohkem juurde, kui lupiini ja odra seguga söödetud loomad.

Positiivset mõju juurdekasvule näitasid ka Singht jt. (2006) aastal korraldatud katsed lammastega.

1.8.2 Põlduba

Volpelli jt. (2010) katses 80 lehmaga, söödeti loomadele kuumutatud ja muljutud põlduba. Katse kestis 8 nädalat, kus kontroll rühmale söödeti standardjõusööta ning katserühmale

lisati jõusööda sisse maisijahu asemel 10 % põlduba. Põlduba küpsetati eelnevalt 30 minutit 95 – 100 °C juures. Katse eelperiood kestis 7 päeva, kus loomadele söödeti 50 % standard jõusööta ja 50% põlduba.

Nii kontrollrühma kui ka katserühma loomade piimatoodangus olulist erinevaust ei leitud. Vastavalt 20,18 kg ja 20,20 kg piima päevas. Sama kehtis ka piima koostisosade puhul. Kontrollrühma piima valguprotsent oli 3,43 % ja katserühmal 3,37 %, kuid statistiline erinevus puudus. Volpelli jt. (2012) katsetulemused näitasid samuti, et põldoa lisamine lüpsilehmade ratsiooni ei muuda lehmade piimatoodangut ega piima koostisosasid.

Kuigi piimatoodangu suuruse osas statistiline olulisus puudus, võib erinevus siiski ilmned majanduslikust aspektist. Katse põhjal võib järeldada, et põldoa söötmine sobib mahapõllumajanduslikku loomakasvatuse hästi.

1.8.3 Hernes

Hristov jt. (2009) tegid katse, kus uuriti kuue multipaarse lehmaga herne söötmise mõju vatsa seedale, seeduvusele ja lämmastikukadudele. Loomad olid laktatsiooni keskpaigas (127 ± 29 päeva) 3 x 3 ladina ruudu katses, ning olid varustatud vatsafistuliga.

Katseloomi söödeti muljutud hernega 150 g / sööda kuivaines. Vatsas inkubeeritud (0 h, 2 h, 4h, 6h, 8h, 10h, 14h, 18h, 24h, 30h) kotikeste katse kestis 13 päeva.

Katse tulemustest selgus, et herne söötmine ei avaldanud piimatoodangule olulist mõju, võrreldes kontrollrühmaga. Katselehmad tootsid 28,6 kg piima päevas ning kontrollrühma lehmad 31,7 kg piima päevas. Katserühma lehmadel langes ka kuivaine söömus.

Hristovi katsetulemused ei erine ka Francia jt. (2016) piisonitega tehtud katsetulemusest. Katses osales kakskümmend lakteerivat piisonit, kellele söödeti kahte erinevat ratsiooni. Katserühma loomadele söödeti tavapärasest täisratsioonilist segasööta, kuhu oli jõusööda kilogrammi kohta lisatud 450 g ekstrudeeritud hernel. Kontroll rühmale söödeti lisaks täisratsioonilisele segusöödale jõusööta, mis sisaldas sojakooki 350 g.

Nii katserühma kui ka kontrollrühma tulemuste vahel statistilist erinevust ei esinenud. Katserühma loomad tootsid keskmiselt 9,4 kg piima päevas ning kontrollrühma loomad keskmiselt 9,5 kg piima päevas.

Seda leiti ka Helene jt. (1997) korraldatud katses, kus ei olnud vahet ekstrudeeritud ja ekstrudeerimata herne söötmisel.

Muljutud hernes tõstis vatsas ammoniaagi ja vabade aminohapete kontsentratsiooni, kuid mõju puudus vatsa pH-le ning lenduvatele rasvhapetele. Vatsa pH-le puudus mõju ka Adesongani jt. 2004. aastal korraldatud katses.

Corriher jt (2010) tegid samuti vatsafistulitega varustatud loomadega katse herne söötmisest maisisilol põhineva ratsiooniga. Moodustati kolm rühma, kus loomade ratsioonis oli 0%, 10% või 20 % hernest sööda kuivaines.

Piimatoodang oli suurim loomadel, kelle ratsioonis oli 10% hernest. Loomadel, kelle ratsioon, ei sisaldanud hernest, oli piimatoodang 22,92 kg päevas, 10 % puhul 23,38 kg ning 20% puhul 22,87 kg päevas. Ammoniaagi kontsentratsioon vatsas tõusis 2 tundi pärast söötmist ja hakkas siis tasapisi langema peale söötmist. 8 tundi peale söötmist oli vatsas ammoniaagi sisaldus 8g/liitris ning 10 tundi peale söötmist oli näitaja 4,2 g/l.

Calabri jt. (2014) katses uuriti põldherne söötmist nuumpullidele. Lihas vähenes nii rasva, proteiini, kolesterooli ja küllastunud rasvhapete sisaldus.

1.9. Söödaproteiini kaitsmise võimalused

Mäletsejad ei ole võimelised vatsaseede käigus tekkiva mikroobse proteiini ja lenduvate rasvhapete arvelt ära katma vajaminevaid aminohapete ja energia tarvet, mistõttu vajab loom vatsaresistentseid söötasid. Eesmärgiks on vältida kõrgkvaliteetse proteiini degradeerumist ja vähendada ammoniaagi produktsiooni vatsas (Kamalak *et al.* 2005).

Proteiini kaitsmiseks on mitmeid viise:

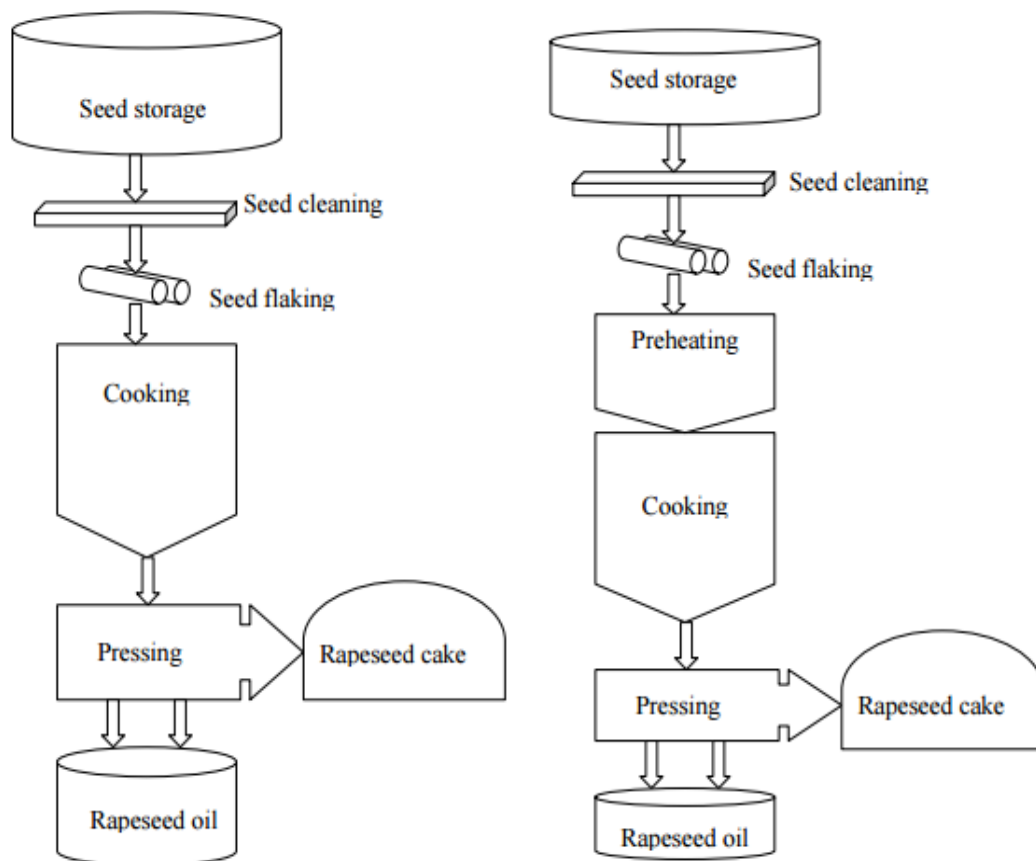
1. töötlemine kuumusega;
2. modifikatsioon keemiliste ühenditega;
3. proteolüütilise aktiivsuse pärssimine (Kamalak *et al.* 2005).

1.9.1 Proteiinsöötade kuumtöötlemine

Kuumtöötlemise eesmärgiks on mõjutada söötade toiteväärtust või struktuuri, muutes sellega söödaproteiini vähelõhustuvaks looma vatsas. Kuumtöötlemisega sööda valgud denatureeruvad, moodustades valkude ja süsivesikute vahel ristsidemeid. Tulemuseks on lahustuva fraktsiooni vähenemine ja suureneb lõhustumatu fraktsiooni osa (Kaldmäe *et al.* 2014).

Kuna söödaproteiin koosneb erinevatest fraktsioonidest, mille reaktsioon kuumusele on erinev, tuleb temperatuuri valikul olla hoolas. Madalamal temperatuuril mittevalgulised lämmastikühendid denatureeruvad ning muutuvad keskmiselt ja aeglaselt lõhustuvaks fraktsiooniks. Aeglaselt lõhustuv proteiin võib muutuda kõrgel temperatuuril seedumatuks (Kaldmäe *et al.* 2014).

Kõrget temperatuuri kasutades võivad tekkida seedumatud Maillardi produktid- reaktsioon suhkrute ja aminohapete vahel. Kahjustatud saavad veel lüsiin, metioniin ja tsüstiin (Kamalak *et al.* 2005). Tavaliselt toimub rapsikoogi kuumtöötlemine temperatuurivahemikus 100- 110 °C (Joonis 1).



Joonis 1. Rapsikoogi tootmine Scanola Baltic AS (vasakul) ja Oru Taimetööstuse (paremal) tehases (Leming, Lember 2005).

Protsess algab rapsiseemnete puhastamisega, millele järgneb helvestamine. Küpsetamise faasis, kuumutatakse seemneid 100 °C juures 20...25 minutit, kui niiskus langeb 6...9 % lt, 2...3% ni. Toimub pressimine, kus kahest tonnist rapsseemnetest saab ühe tonni õli. Kõrvalsaaduseks on rapsikook, mis transporditakse edasi mikserisse, kus teda niisutatakse ja peenestatakse. Hiljem rapsikook jahutatakse 40...50 °C ni (Leming, Lember 2005).

1.9.2. Proteiinsöötade töötlemine tanniiniga

Tanniinid on polüfenoolsed ained, mis seovad proteiini vesilahuses, olles looduslikeks antioksidantideks (Liu *et al* 2013).. Tanniinid jaotatakse kahte gruppi:

1. hüdrolüüsitud;
2. kondenseeritud tanniinid (Makkar 2003).

Tanniinidel on võime siduda proteiini vesiniksidemete kaudu, luues proteiini kompleksi, mis on vatsastabiilne pH 5,0...7,0 juures, optimaalne 6,5 (Buccioni *et al.* 2015, Sinclair *et al.* 2009). Tanniinide võimet võib pidurdada vatsas olevate bakterite aktiivsus, bakterite ensümaatiline sidumisvõime siduda ning ka raua defitsiit ratsioonis (Buccioni *et al.* 2015). Molan *et al.* (2002) katses jõuti järeldusele, et kondenseeritud tanniini sisaldus 400 µg/mL, tõstab vatsabakterite arvu, seda eriti proteolüütiliste bakterite arvelt.

Tanniinid ei avalda mõju proteiini seeduvusele, kui söödas on proteiini liig või defitsiit. Kui proteiini tase söödas on täpselt kaetud või alla elatustarbe, siis tanniinid võivad mõjuda loomale kahjustavalt (Aguerre *et al.* 2016). Tanniinide kogus mõjub loomale toksiliselt, millele võib järgneda surm. Toksiselt ei mõju mitte tanniinidega rikastatud toit, vaid pigem toksiinid, mida ei ole looma maks suutnud detoksifikeerida (Makkar 2003).

2. Mahelehmade söötmine

Mahepõllumajandus tähendab keskkonda säästvat ja loodulikku tasakaalu säilitavat põllumajandussaaduste tootmist (Krieger *et al.* 2017). Huvi ei tunta ainult lõpp-produkti, vaid kogu süsteemi sisendite-väljundite vastu (Margerita *et al.* 2012, Lund 2006).

Mahepõllumajandus sai suurema tähelepanu 1960. ndatel aastatel, kui talunikud hakkasid tundma muret kemikaalide koguse pärast, mida kasutati taime- ja loomakasvatustes. Siis hakati rohkem mõtlema sellele, millised tagajärjed võivad nendel olla inimeste tervisele kui ka keskkonnale (Margerita *et al.* 2012).

Kuigi alla 1% maailma põllumajanduslikust maast kuulub mahepõllumajanduslikuks maaks, on see kõige kiiremini kasvav sektor (Seufert *et al.* 2017, Reeve *et al.* 2016). 2011 aastal oli mahepõllumajandusliku maad 37,1 miljonit hektarit (Reeve *et al.* 2016). 2014. aastal oli Eesti 16% ehk 155 600 hektarit kolmandal Euroopas kasutatavast

mahepõllumajandusmaa osatähtsusest, Austria 18% ja Rootsi 17% järel (Valdvee, Klaus 2015)

Suurenenud on ka mahedalt peetavate loomade arv. Põllumajandusregistri andmetel oli 2014. aastal mahedalt peetavaid veiseid 37 491 pead. Aasta hiljem 41 744 pead ning eelmine aasta ületas mahedalt peetavate veiste arv üle 44 tuhande pea.

Mahetootmisega alustades tuleb loomakasvatuses läbida kindlaksmääratud üleminekuaeg (Statistikaamet). Kui ettevõtte alustab loomakasvatuse ja taimekasvatusega üheaegselt üleminekut mahepõllumajanduslikule tootmisele, siis on loomade üleminekuaja kestvus 24 kuud, kui vähemalt 50% söötmiseks kasutatavat söödast pärineb samast ettevõttest (RTL 2001).

2.1. Nõuded söödale

Mahepõllumajanduslikult peetavaid loomi tuleb sööta söötadega, mis pärinevad mahepõllumajanduslikust taimekasvatusest. Ratsiooni kuivainest kuni 30 % võib moodustada teisest mahepõllumajandusliku taimekasvatuse üleminekuaja teisel aastal toodetud sööt või 60 % samas ettevõttes üleminekuajal toodetud sööt. (Riigiteataja)

Söödas on keelatud kasutada antibiootikume, koktsiostaatikume, raviaineid ning kasvustimulaatoreid (Riigiteataja).

Eestis 16.02.2017 aasta seisuga tegeleb 21 ettevõtet mahepõllumajandusliku söödamaterjali turuleviimisega (Mahepõllumajanduslik register). Kuigi alla 1% maailma põllumajanduslikust maast kuulub mahepõllumajanduslikuks maaks, on see kõige kiiremini kasvav sektor (Seufert *et al.* 2017, Reeve *et al.* 2016). 2011 aastal oli mahepõllumajanduslikku maad 37,1 miljonit hektarit (Reeve *et al.* 2016). 2014. aastal oli Eesti 16% ehk 155 600 hektarit kolmandal Euroopas kasutatavast mahepõllumajandusmaa osatähtsusest, Austria 18% ja Rootsi 17% järel (Valdvee, Klaus 2015).

2.2. Nõuded söötmisele

Nii nagu ka tavapõllumajanduslike loomi tuleb ka mahepõllumajanduslikult peetavaid loomi sööta nende toitainete vajadustele vastavaid söötasid. Suur erinevus söötmisel on see, et mahepõllumajanduslikult peetavad loomad peavad karjamaale pääsena aastaringelt, kui see on võimalik looma tervisliku seisundi, ilmastikutingimuste ja maa seisundi poolest võimalik. Seda juhul, kui karjatamine ei toimu korraga mittemahapõllumajanduslikult peetavate loomadega ning kui viimase kolme aasta jooksul ei ole rohumaal kasutatud lubamatuid mahepõllumajanduslikke aineid (Riigiteataja).

3. OMAD UURINGUD

3.1. Uurimustöö metoodika

3.1.1. Söödad ja nende töötlemine

Kohalike proteiinsöötade keemilise koostise ja proteiini lõhustuvuse uuringus analüüsiti põldherneste „Kirke“ ja „Mehis“, põldoa „Jõgeva“ ja suviviki „Rae kohalik“ seemneid, mis saadi Eesti Taimekasvatuse Instituudist. Võrdlusena võeti uuringusse ka kuumtöödeldud rapsikook, mis oli toodetud AS Scanola Baltic õlitööstuses. Põldhernes „Mehis“ ja põlduba „Jõgeva“ jahvatati ning kuumutati Eesti Maaülikooli veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituudi söötmissosakonna sööda ja ainevahetuse uurimise labori kuivatusahjus 130 °C juures 20 minutit. Söödaproovide keemiline koostis määrati samuti eelnevalt nimetatud laboris üldtunnustatud metoodikate (AOAC, 2005) alusel.

3.1.2. In sacco eksperiment

In sacco meetodiga katse viidi läbi NorFori (2007) standardiseeritud metoodika järgi Eesti Maaülikooli Märja katsefarmis. Katse viidi läbi kolme vatsafistuliga varustatud kolme eesti holsteini tõugu lehmaga (foto 1). Söötasid inkubeeriti vastavalt metoodikale 2, 4, 8, 16, 24 ja 48 tundi (tabel 5)



Foto 1. Vatsafistuliga (1.) varustatud lehm.

Tabel 5. Nailonkotikeste sisestamise ja väljavõtmise ajakava

| Kellaaeg | Kolmapäev | Neljapäev | Reede |
|----------|-------------------------|----------------|------------|
| 8:00 | Sisse 2, 4, 8, 24, 48 h | Välja 16, 24 h | Välja 48 h |
| 10:00 | Välja 2 h | | |
| 12:00 | Välja 4 h | | |
| 16:00 | Välja 8 h Sisse 16 h | | |

Proteiini lõhustuvuse määramiseks vatsas jahvatati kõik söödad veskis 1,5 mm sõelaga. Inkubeerimisel kasutati nailonkotikesi mõõtudega 11 x 8,5 cm, nailonriide avause suurus oli 38 µm. Igasse nailonkotikesse kaaluti ligikaudu 4 g sööta. Seejärel kinnitati kotikesed võrdsete vahedega elastsete „kuusekeste” (foto 2) külge, tagada kõikidele söödaproovidele ühesugused tingimused.



Foto 2. „Kuuseke“ (1.) koos nailonkotikestega (2.) söötade inkubeerimiseks vatsafistuliga loomal.

Enne kotikeste viimist vatsa tehti proovikotikestele eelleotus, kus leotati neid 39 °C juures 20 minutit. Seda põhjusel, et vees lahustuv proteiin eralduks ning ei tekiks temperatuuri erinevust vatsas ja kotikestes. Seejärel kinnitati söödaproovidega kuusekesed umbes 50 cm pikkuste nõõridega rõngaste külge ja viidi vastavalt inkubatsiooniajale fistuli kaudu vatsa. Tagamaks ühesugust vatsakeskkonda viidi kõik kotikesed vatsa 30 minutit enne hommikust söötmist.

Pärast nailonkotikeste vatsast eemaldamist loputati need külmas vees vatsasisaldisest vabanemiseks ning mis lõpetas bakterite elutegevuse. Kotikesi säilitati temperatuuril -18 °C, kuni loomkatse lõpuni. Laboris söödaproovid sulatati ja pesti pesumasinas külma veega, umbes +4 juures õrna pesu programmiga. Pestud kotikesed kuivatati temperatuuril 60 °C sundventilatsiooniga kuivatuskapis 12 tundi ja asetati eksekaatorisse. Sama inkubatsiooniajaga kordusproovidest moodustati keskmine proov edasiseks

analüüsimiseks. Proovidest määrati kuivaine- ja proteiinisaldus ning arvutati proteiini efektiivne lõhustuvus. Toitainete lõhustuvus vatsas leiti enne ja pärast inkubeerimist söödas sisaldunud toitainete vahena. Katseandmete statistilisel analüüsil kasutati programme SAS ja MS Excel.

Proteiini efektiivne lõhustuvus, mis näitab kui suur osa sööda proteiinist vatsas lõhustub, määrati järgmise valemi järgi (McDonald, 1981):

$$P = a + bc / (c + k) \quad (1.1.)$$

kus a – sööda toitefaktori määratud lahustuv fraktsioon, %,

b – prognoositud sööda toitefaktori lõhustuv fraktsioon, %,

c – sööda toitefaktori lõhustuva fraktsiooni lõhustumise kiirus, %h⁻¹,

P – efektiivne lõhustuvus, %;

k – viivitusaeg, mis kulub mikroorganismidel söödaosakestele kinnitumiseks ja lõhustumise alguseni.

Jõu- ja proteiinsööda vatsast läbivoolu kiiruseks arvestati 8% tunnis . Lõhustuvuse kineetika leidmiseks kasutati valemit (Ørskov, McDonald, 1979)

$$P = a + b (1 - e^{-ct}) \quad (1.2.)$$

kus a – prognoositud sööda toitefaktori lahustuv fraktsioon, %,

b – prognoositud sööda toitefaktori lõhustuv fraktsioon, %,

c – sööda toitefaktori lõhustuva fraktsiooni lõhustumiskiirus, %h⁻¹ ,

t – inkubatsiooniaeg, h,

P – potentsiaalne lõhustuvus.

4. TULEMUSED JA ARUTELU

4.1 Söötade keemiline koostis

Uuritud kaunviljade keemiline koostis (tabel 6) ei erine väga üksteisest- põldoa ja suviviki proteiini sisaldus (vastavalt 30 % ja 31 %) on veidi suurem kui uuritud hernestesortidel. Suuremat proteiinisisaldust võrreldes hernega näitab ka Gumus jt. (2017) katse. Suviviki toortuha sisaldus erineb teistest analüüsitud kultuuridest 2% võrra. Samuti on metaboliseeruva proteiini sisaldus suurem põldoal (128,3 %) ja suvivikil (128,5 %), kui seda hernestel (124,8 % ja 118,8 %). Lähtudes metaboliseeruva proteiini sisaldusest, mis iseloomustab peensooles imendunud aminohapete summat, võiks mahelehmade söötmisel kasutada just neid kultuure.

Tabel 6. Keemiline koostis kaunviljadel

| | Hernes "Mehis" | Hernes "Kirke" | Põlduba "Jõgeva" | Vikk "Rae kohalik" |
|----------------------------------|-------------------|-------------------|---------------------|--------------------------|
| Kuivaine | 88,4 | 89,6 | 88,0 | 87,1 |
| Kuivaines: | | | | |
| Toorproteiin, % | 25,2 | 25,6 | 30,1 | 31,2 |
| Toortuhk, % | 2,9 | 3,0 | 3,4 | 4,9 |
| Toorkiud, % | 5,5 | 5,7 | 7,0 | 4,2 |
| Toorrasv, % | 1,2 | 1,5 | 1,2 | 1,0 |
| N-ta ekstraktiivained, % | 65,1 | 64,3 | 58,2 | 58,7 |
| Metaboliseeruv energia, MJ/kg | 13,7 | 13,8 | 13,4 | 13,5 |
| Metaboliseeruv proteiin, g/kg | 124,8 | 118,8 | 128,3 | 128,5 |

4.2 Söötade kuivaine lõhustuvus

Katses olnud söötade 2 tunnine inkubatsiooni periood mõjus kõige enam herneste kuivainele (KA), lõhustudes 56 % (tabel 7).

Tabel 7. Uuritud söötade kuivaine lõhustuvus

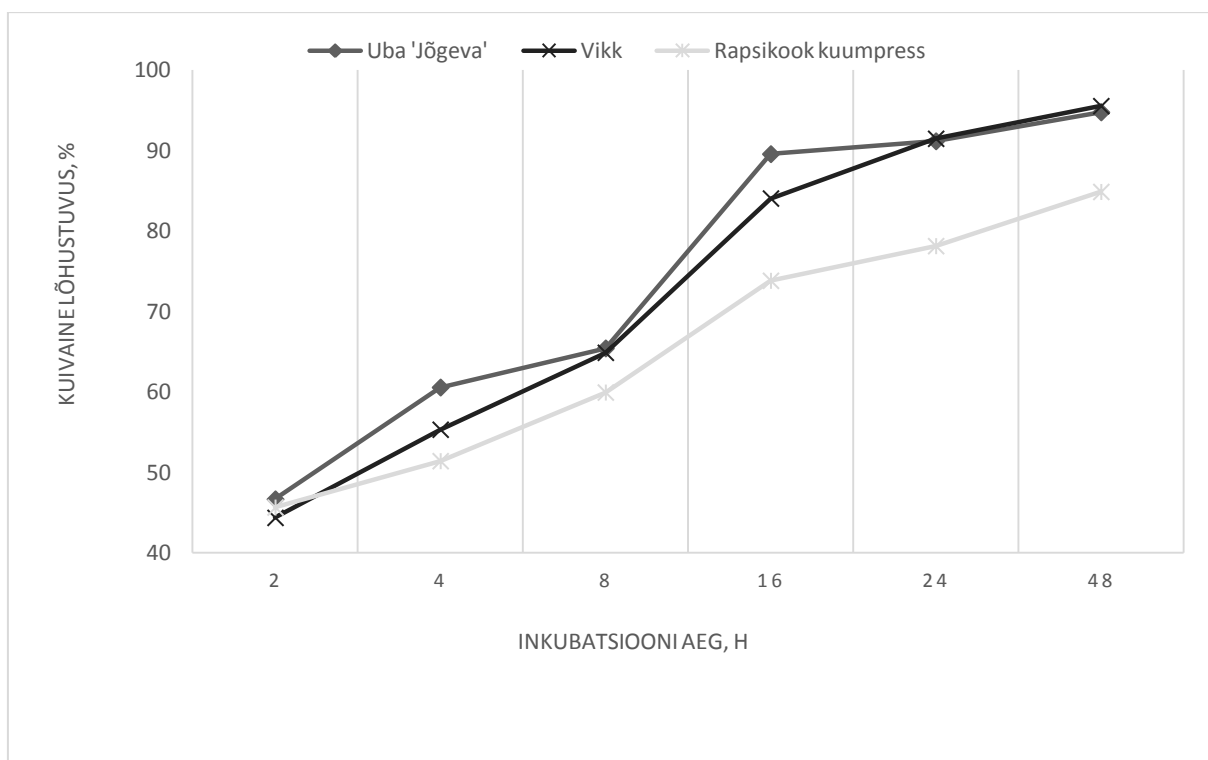
| Inkubatsiooni aeg, h | Rapsikook kuumpress | Hernes 'Mehis' | Hernes 130°C | Uba 'Jõgeva' | Uba 130°C | Hernes 'Kirke' | Vikk |
|--------------------------|---------------------|----------------|--------------|--------------|-----------|----------------|------|
| 2 | 45,6 | 55,2 | 55,7 | 46,7 | 50 | 48,9 | 44,4 |
| 4 | 51,4 | 56,1 | 55,9 | 60,6 | 58,5 | 59,7 | 55,3 |
| 8 | 59,9 | 75 | 73,9 | 65,4 | 66,4 | 68,9 | 64,9 |
| 16 | 73,8 | 87 | 87,8 | 89,6 | 89,7 | 87,6 | 84,1 |
| 24 | 78,1 | 95,5 | 97,1 | 91,2 | 91,3 | 91,9 | 91,5 |
| 48 | 84,9 | 100 | 100 | 94,8 | 94,9 | 95,6 | 95,5 |
| Efektiivne lõhustuvus, % | 62,3 | 75 | 75,2 | 71,4 | 72,1 | 79,8 | 74,2 |

Katse tulemusena selgus, et kuumtöödeldud rapsikook lõhustus 2 tunnise inkubatsiooni perioodi jooksul 45,6 %. Põldoa „Jõgeva“ ja suviviki lõhustuvuse vahe oli 2,3 % (vastavalt 46,7 % ja 44,4 %).

Vaadeldes inkubatsiooni aegu 4 ning 8 tunni jooksul (joonis 2), näeme, et suurim KA lõhustumine oli põldoal. 4 tunnise inkubatsiooni perioodi jooksul lõhustus 60,6 % ja 8 tunni jooksul 65,4 %. Viki proteiinist oli 8 tunni jooksul lõhustunud 65 %.

16 tunnise inkubatsiooni perioodi jooksul lõhustus kõige enam põldoa KA (89,6 %). Rapsikoogil jäi see näitaja 73,8 % ja vikil 84,1 % juurde.

48 tunni inkubatsiooni perioodi jooksul lõhustus nii põldoal kui ka vikil KA 95%. Kuumtöödeldud rapsikoogil oli sama näitaja 84,9 %. Seda on 39,3 % rohkem, võrreldes 2 tunnise inkubatsiooni ajaga.



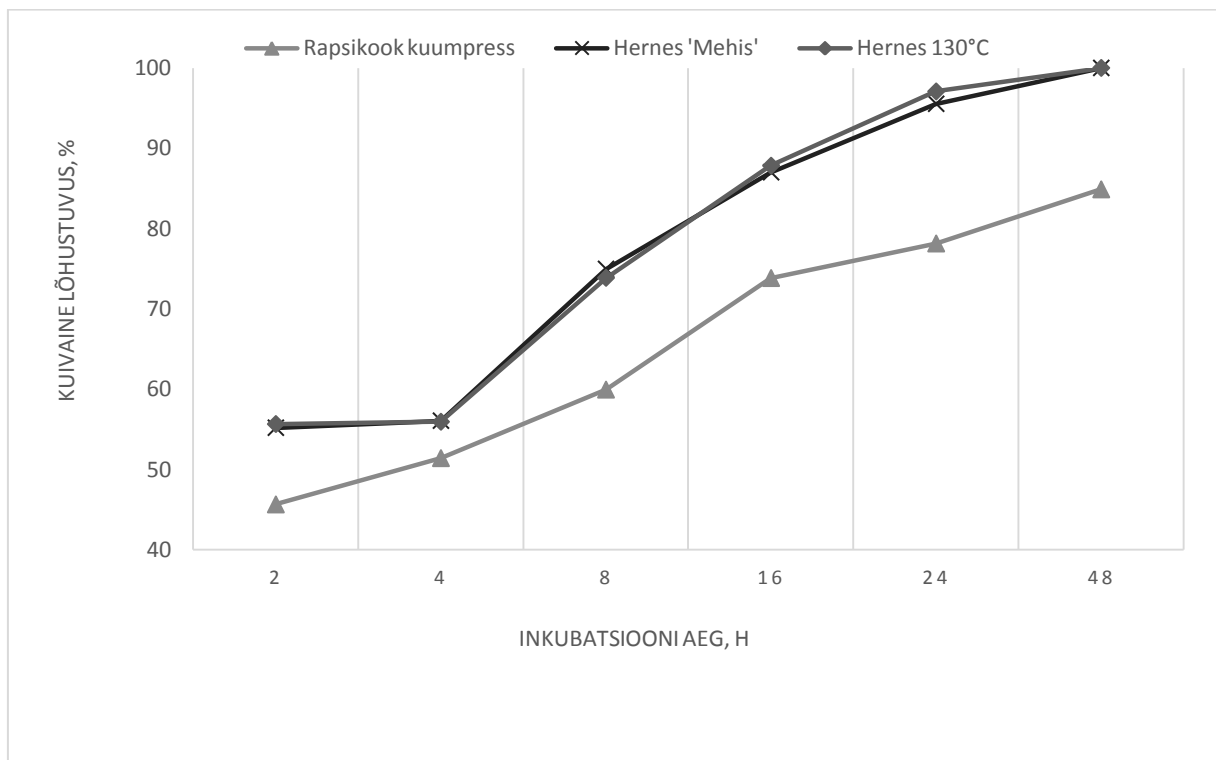
Joonis 2. Põldoa „Jõgeva“, suviviki ja kuumpressi rapsikoogi kuivaine lõhustuvus

Vaadeldes efektiivset KA lõhustuvust, siis kolme sööda võrdluses oli see näitaja kõige suurem suvivikil 74,2 %. Rapsikoogil vastavalt 62,3 % ja põldoal 71,4 %.

Kui vaadelda kuumtöödeldud söötade (Joonis 3.) KA lõhustuvust, siis võib väita, et kõige enam erines kuumtöödeldud rapsikoogi KA lõhustuvus. Nii 130 °C juures kuumutatud herne kui ja kuumutamata herne KA lõhustuvus erinevate inkubatsiooni perioodide jooksul ei erine oluliselt ($p < 0,05$). Suurim erinevus nende kahe sööda puhul oli 24 tunnise inkubatsiooni perioodi jooksul, sedagi ainult 1,6 protsendipunkti. 48 tunni inkubeerimise jooksul olid mõlemate herneste KA lõhustunud täielikult (100%). Efektiivne kuivaine lõhustuvus hernestel oli 72%.

Herneste KA lõhustuvuse tulemusi vaadeldes võib väita, et mahelehmade söötmisel ei ole vahet, kas tegemist on kuumutatud või kuumutamata hernega. Edasist uurimist vajab veel erinevate temperatuuride juures kuumutatud herne mõju KA lõhustuvusele.

Kuumtöödeldud rapsikoogi KA lõhustus 8 tunni inkubatsiooniperioodi jooksul 59,9 %, mis on 14 % vähem kui 130 °C juures kuumutatud hernel. Kui hernel oli KA lõhustunud 48-ks tunniks täielikult, siis kuumtöödeldud rapsikoogil oli näitaja 84,9 %, mida on 15,1 protsendipunkti vähem. Efektiivne kuivaine lõhustuvus rapsikoogil oli 62,3 %.



Joonis 3. Kuumtöödeldud rapsikoogi, herne „Mehis“ ning kuumutatud (130 °C 20 minutit) herne kuivaine lõhustuvus

Sarnaselt hernega ei olnud ka kuumutatud ja kuumutamata põldoa KA lõhustuvusel statistiliselt olulist ($p=0,505$) erinevust (joonis 4).

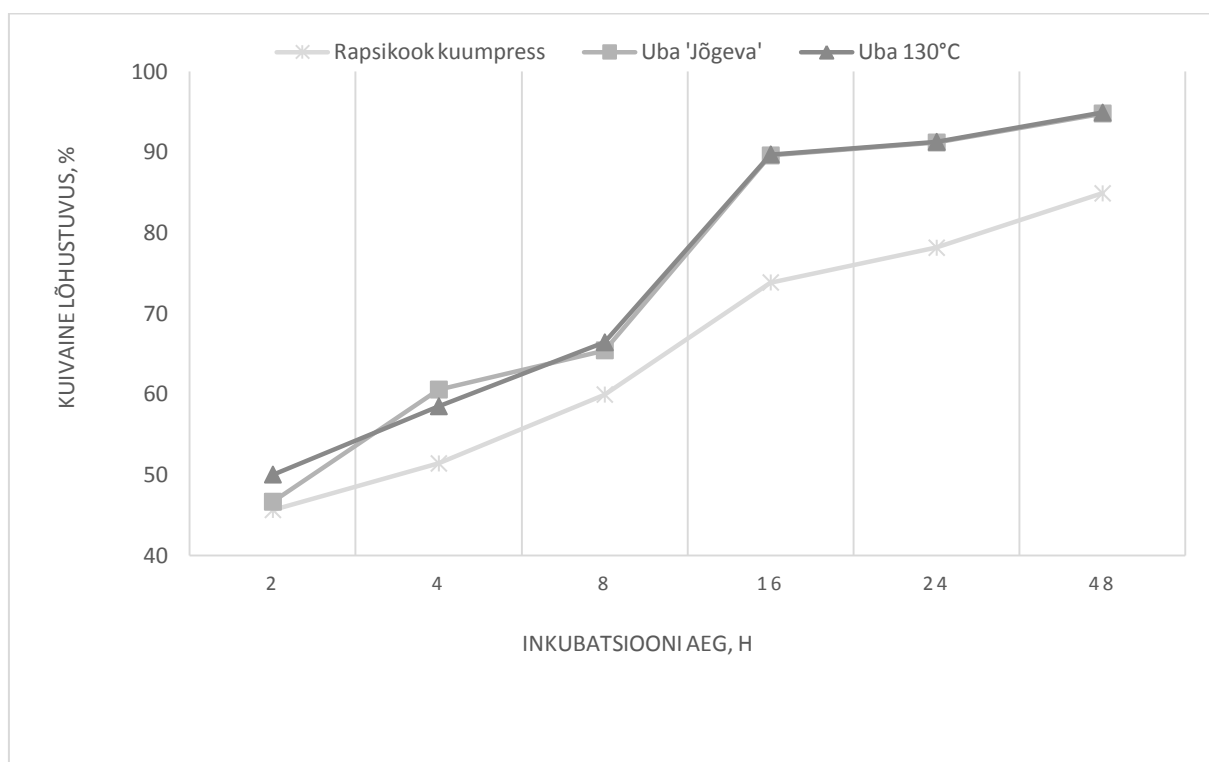
Kahe tunnise inkubatsiooni perioodi jooksul lõhustus kuumutatud põldoal KA 50 % ja kuumutamata põldoa KA 46,7 %. Kuumtöödeldud rapsikoogil oli vastav näitaja 45,6 %. 48 tunnise inkubatsiooni perioodi jooksul lõhustus kuumutamata kui ka kuumutatud põldoa KA 95 %, mida on 10 protsendipunkti rohkem, kui kuumtöödeldud rapsikoogil.

Nii nagu ka hernel, võib põldoagi puhul väita, et kuumutamine ei mõjutanud oluliselt sööda KA lõhustuvusel. Samas võib tõdeda, et põldoa efektiivne KA lõhustuvus oli herne

KA efektiivse lõhustuvusega võrreldes 3 protsendipunkti madalam. Ehk mahelehmade söötmisel võiks pigem kasutada hernest, kuid vahe ei ole neil siiski oluline.

Pigem tuleks tähelepanu pöörata majanduslikule kulule. Kuna kuumutatud ja kuumutamata söötade (hernes ja uba) vahe inkubatsiooniperioodide jooksul ei ole suur. Sööda kuumutamisele minev energia ja töömaht teevad kuumutatud söödad kallimaks.

Ka Goelema jt. (1998) katses, ei mänginud olulist rolli proteiini lõhustuvusel, kas sööt on kuumtöödeldud või mitte. Erinevus seisnes selles, kas sööt on muljutud või mitte.



Joonis 4. Kuumtöödeldud rapsikoogi, põldoa ja kuumutatud (130 °C 20 minutit) põldoa kuivaine lõhustuvus

Kuna kuumutamine toimus 130 °C juures 20 minutit, siis edasi tuleks uurida erinevate temperatuuride juures kuumutatud proteiinsöötade KA lõhustuvust.

4.3 Söötade proteiini lõhustuvus

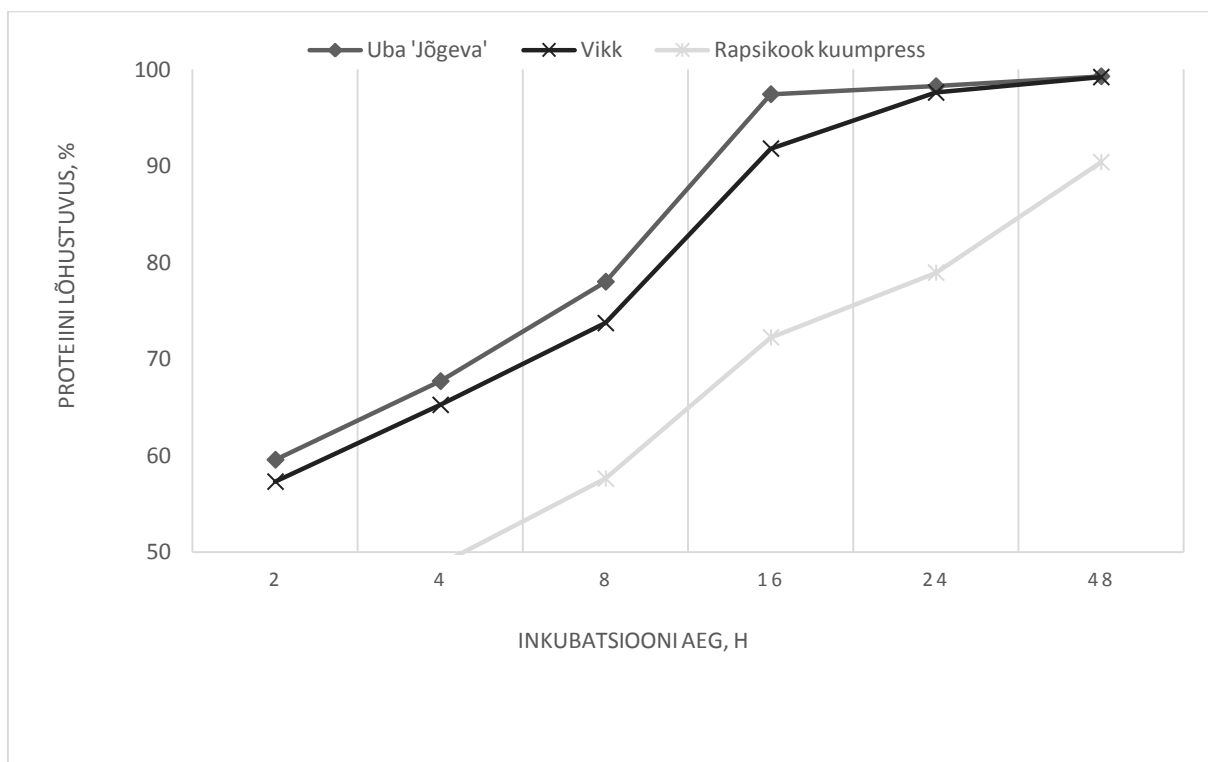
Söötade kuumutamine vähendas põldoa lõhustuvust vatsas (tabel 8). 2 tundi inkubeeritud kuumutatud põldoa proteiini lõhustuvus vatsas oli 62,7 %, hernel 66,6 %.

Tabel 8. Katse söötade proteiini lõhustuvus, sõltuvalt inkubatsiooni kestusest

| Inkubatsiooni aeg, h | Rapsikook kuumpress | Hernes 'Mehis' | Hernes 130°C | Uba 'Jõgeva' | Uba 130°C | Hernes 'Kirke' | Vikk |
|--------------------------|---------------------|----------------|--------------|--------------|-----------|----------------|------|
| 2 | 41,8 | 65,6 | 66,6 | 59,6 | 62,7 | 59,9 | 57,3 |
| 4 | 48,7 | 66,8 | 67,2 | 67,7 | 66,6 | 66,6 | 65,2 |
| 8 | 57,6 | 82,5 | 81,8 | 78 | 78,7 | 76,1 | 73,7 |
| 16 | 72,3 | 93,8 | 94,4 | 97,4 | 97,4 | 95 | 91,8 |
| 24 | 79 | 99,2 | 99,7 | 98,3 | 98,5 | 98 | 97,6 |
| 48 | 90,4 | 100 | 100 | 99,3 | 99,3 | 99,3 | 99,2 |
| Efektiivne lõhustuvus, % | 60,6 | 82,2 | 85 | 81,1 | 81,7 | 87,7 | 82,7 |

2 tunnise inkubeerimise jooksul lõhustus rapsikoogil 41,9 % proteiinist, suvivikil 57,3 % ning põldoal 59,6 % (joonis 5). Kaunviljade proteiin lõhustub vatsas väga kiiresti ja eeldatavasti jääb suur osa sellest mikroobide poolt kasutamata. Suuretoodanguliste lehmade söötmisel tuleks seega eelistada kuumtöödeldud söötasid, mille proteiin lõhustub vatsas aeglaselt, ning mikroobid saavad seda maksimaalselt kasutada.

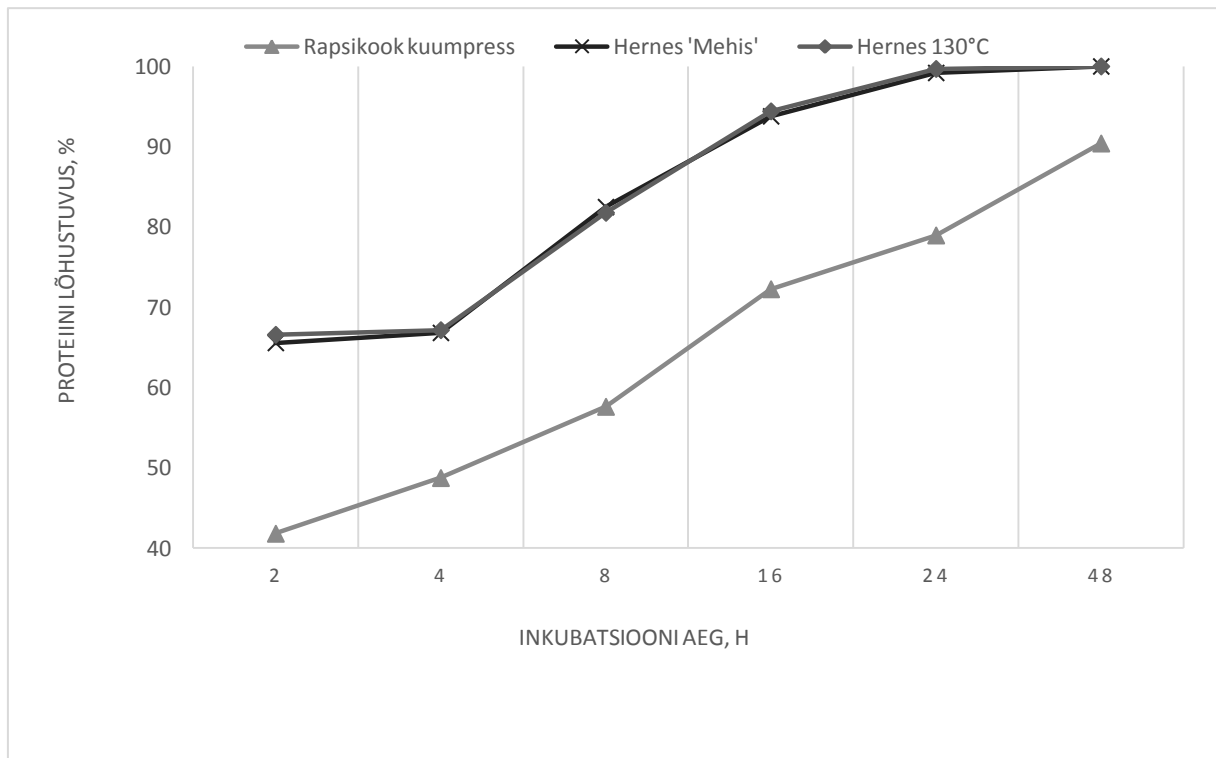
16 tunnise inkubeerimise käigus lõhustus põldoa proteiinist 78 %, vikil aga 4,3 protsendipunkti vähem. Peaaegu kõik proteiinist oli nii oal kui ka vikil 48 inkubatsiooni tunni möödudes lõhustunud. Vastavalt 99,3 % ja 99,2 %. Kahe eelnimetatud proteiinsööda efektiivne lõhustuvus oli 82,1 % ning 82,7 %.



Joonis 5. Põldoa, suviviki ja külmpressi rapsikoogi proteiini lõhustuvus erinevatel inkubatsiooniaegadel

Vatsas lõhustuva proteiini osa oli kõige suurem kuumutamata söötadel (joonis 6). 16 tunnise inkubatsiooni aja jooksul jäi ligikaudu 5 % herne proteiinist lõhustumata. 24 tundi proove inkubeerides lõhustus nii kuumutatud kui ka kuumutamata herne proteiin ligikaudu 100 % .

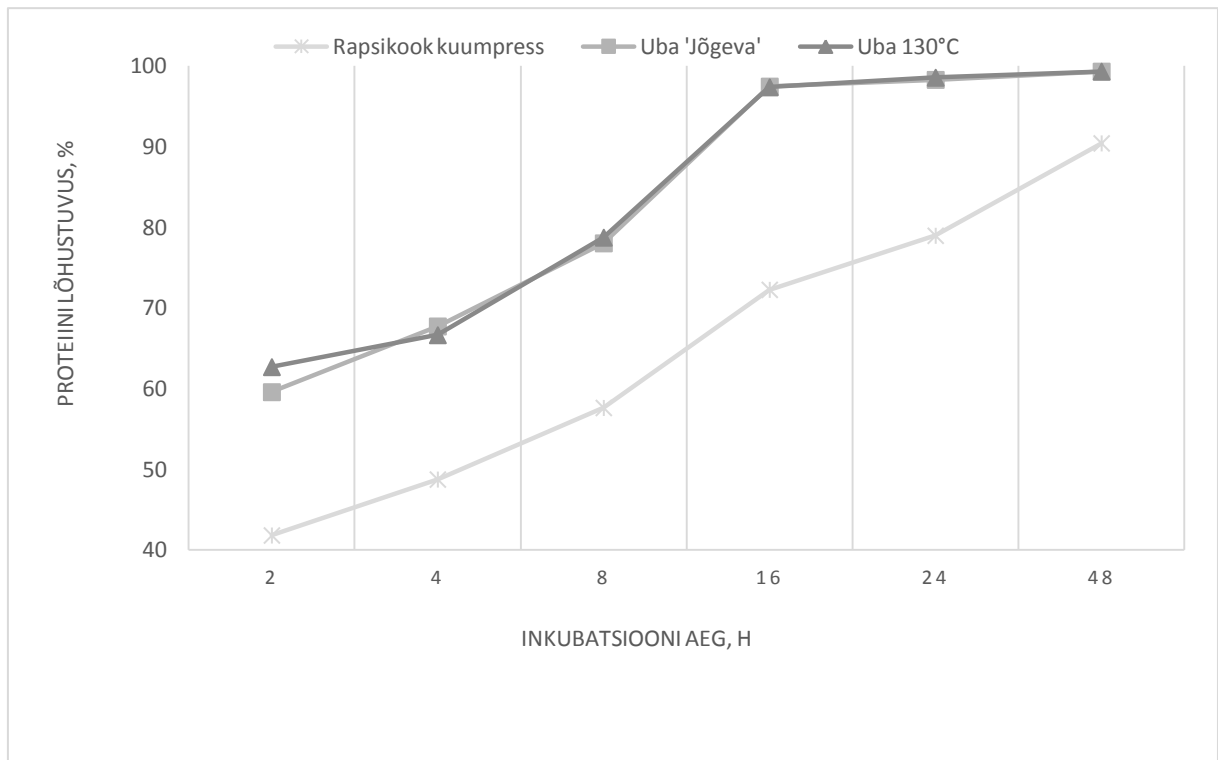
Seevastu kuumpressitud rapsikoogil jääb proteiinist lõhustumata 24 tundi inkubeerides ligikaudu 10 %. Kuumutatud herne efektiivne proteiini lõhustavus oli 85 %, kuumutamata herne „Mehis“ efektiivne lõhustuvus oli 82,2 %. Kuumtöödeldud rapsikoogil 60,6 %.



Joonis 6. Kuumtöödeldud rapsikoogi, kuumutamata ja kuumutatud (130 °C 20 minutit) herne proteiini lõhustuvus erinevatel inkubatsiooniaegadel

Nii nagu KA lõhustuvusel ei ole ka kuumutatud ja kuumutamata põldoa proteiini lõhustuvusel (joonis 7) statistiliselt olulist erinevust ($p=0,480$). 8-tunnise inkubatsiooni perioodi puhul on kuumutatud ja kuumutamata põldoa proteiinist lõhustunud vatsas ligikaudu 78 %. Seevastu kuumtöödeldud rapsikoogil on sama inkubatsiooni perioodi puhul see näitaja ligikaudu 60 %, mis on 10 protsendipunkti vähem.

Kui kuumutatud herne proteiinist oli 16 inkubatsiooni tunniks lõhustunud 94,4 %, siis kuumutatud põldoal oli proteiinist lõhustunud 97,4%. Põldoa proteiinist jäi lõhustumata 48 inkubatsiooni tunniks ligikaudu 1 %, seevastu herne proteiinist oli kõik lõhustunud. Kuumtöödeldud rapsikoogil oli 48 inkubatsiooni tunniks lõhustunud 90,4 % proteiinist.



Joonis 7. Kuumtöödeldud rapsikoogi, kuumutatud (130 °C 20 minutit) ja kuumutamata põldoa proteiini lõhustuvus erinevatel inkubatsiooniaegadel

Nii nagu KA lõhustuvuse puhul ei ole ka proteiini lõhustuvustel arvestades vahet, kas kasutada proteiiniallikaks hernest või põlduba. Kindlasti sobiks suuretoodanguliste lehmade söötmisel kõige paremini vatsas aeglaselt lõhustuv proteiinsööt- kuumtöödeldud rapsikook. Kui mahetootmises on antud sööta raske kätte saada või on selle hind kõrge, siis sobib loomade proteiini tarbe katmiseks ka hernes või põlduba.

Suvivikk ning pikavarreliste leheliste hernesortide puhul tuleb aga arvestada, et need võivad tugevasti lamanduda, mistõttu saagikaod võivad olla suured (Lauk *et al.* 2008).

Siinkohal tuleks kindlasti lähtuda ka söötades olevatest teistest toitainetest. Uurida tuleks herne ja põldoa proteiini kaitsmise võimalust, kuna tegemist on söötadega, mis sobivad maheloomakasvatuse hästi ning nende kasvatamine Eestis on soositud.

5. KOKKUVÕTE JA JÄRELDUSED

Magistritöö käigus uuriti kirjandusele tuginedes erinevate proteiinsöötade mõju piimatootmisele ja nende söötade proteiini kaitsmise võimalusi. Oma uuringutes selgitati maheloomakasvatuse sobilike proteiinsöötade (hernes, uba ja vikk) keemilist koostist ja kuumtöötlemise mõju proteiini lõhustuvusele. Hernest ja põlduba kuumutati 130 °C juures 20 minutit. *In sacco* katse viidi läbi kolme vatsafistuliga varustatud multipaarse lakteeriva lehmaga. Katses kasutatud söödaproovid analüüsiti Eesti Maaülikooli veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituudi söötmisosakonna sööda ja ainevahetuse uurimise laboris üldtunnustatud meetodikate alusel.

Oma uuringutele tuginedes saab teha järgmised järeldused:

- Kuumutatud herne kuivaine lõhustub võrreldes kuumutamata hernega kiiremini. Nimetatud söötade kuivaine lõhustub vatsas 48 tunni jooksul.
- Põldoa kuivaine efektiivsel lõhustumisel ei olnud vahet, kas tegemist oli kuumutatud või kuumutamata söödaga ($p < 0,05$).
- Suviviki kuivaine lõhustumine oli väiksem võrreldes hernega ($p < 0,05$), kuid nagu herne puhul oli ka vikil kuivaine peaaegu täielikult lõhustunud 48-ks inkubatsioonitunniks.
- Herne ja põldoa proteiini lõhustumisel statistiliselt oluline erinevus puudus ($p = 0,106$).
- Viki proteiinist lõhustus pool juba esimese kahe tunni jooksul. 24 tunni jooksul oli peaaegu kõik suviviki proteiinist vatsas lõhustunud.
- Kuumutatud ja kuumutamata herne proteiini efektiivse lõhustuvuse vahel oli statistiliselt oluline erinevus ($p = 0,006$).
- Mahepõllumajanduslikus loomakasvatuses tuleks eelistada neid kaunvilju, mis sobiksid hästi agrotehniliste võtetega, annaksid suurt saagikust ja oleksid vastupidavad taimekahjuritele.

Kuna käesolev magistritöö on üks väheseid, milles on uuritud Eestis kasvatavate kaunviljade söötmist lehmadele, siis kerkisid esile mitmed aspektid, mida võiks edasistes uuringutes selgitada:

- uurida rohkem erinevaid kuumtöötlemise viise kaunviljade proteiini kaitsmiseks;
- uurida söödaosakeste suuruse mõju proteiini ja kuivaine lõhustuvusele veise vatsas;
- uurida kaunviljade söötmise mõju lehma piimatoodangule ning piima rasva- ja valgu koostisele.

KASUTATUD KIRJANDUS

Abdelhamid, M., Horiuchi, T., Oba, S. (2004). Compositing of rice straw with oilseed rape cake and poultry manure and its effects faba bean (*Vicia faba L.*) growth and soil properties. Bioresource Tehnology. Vol. 93, No. 2, pp. 183-189

Adari, J. (2013). Suvirapsi kasvatamise keskkonnamõjude hindamine läbi olelusringi analüüsi. (Maistritöö). Tartu Ülikool ökoloogia ja maateaduse instituut. Tartu

Adesogan, AT., Salawu, M., Williams, S., Fisher, W., Dewhurst, R. (2004). Reducing concentrate supplementation in dairy cow diet while maintaining milk production with pea-wheat intercrops. Journal of Dairy Science. Vol. 87, No. 10, pp. 3398-3406

Alderman G. (1987). Comparison of rations calculated in the different systems. Department of Agroculture and Horticulture., University of Reading., Early Gate, pp. 283-297

Aquerre, M, J., Capozzolo, M., Lencioni, P., Cabral, C., Wattiaux M. (2016). Effect of quebracho-chestnut tannin extract at 2 dietary crude protein levels on performance, rumen fermentation, and nitrogen partitioning in dairy cows. Journal of Dairy Science. Vol. 99, No. 6, pp. 4476-4486

Armentano E.L., Herrington A.T., Polan E.C., Umstadt P. (1986). Ruminal Degradation of Dried Brewers Grains, Wet Brewers Grains, and Soybean Meal. Journal of Dairy Science. Vol 69., pp 2124-2133

Arntfield S., Hickling D. (2011). 10- Meal nutrition and utilization. Canola. Pp. 281-312

AOAC. (2005). Official methods for analysis of AOAC international, 18th ed.- Association of Analytical Chemists International, Gaithersburg, MD, USA

Aufrere J., Graviou Dominique., Demarquilly C., Verite R., Michalet-Doreau B., Chapoutot P. (1990). Predicting in situ degradability of feed proteins in the rumen by two laboratory methods (solubility and enzymatic degradation). Animal Feed Science and Tehnology. Vol. 33, pp. 97-116

Biswas S., Niu M., Appuhamy J., Leytem B.A., Dungan S.R., Kebreab E., Pandey P. (2016). Impacts of dietary forage and crude protein levels on the shedding of *Escherichia coli* 0157:H7 and *Listeria* in dairy cattle feces. Vol. 194, pp. 17-22

Block, E. (2012). Consider benefits of balancing dairy rations for amino acids. Progressive dairyman. <http://www.progressivedairy.com/topics/feed-nutrition/consider-benefits-of-balancing-dairy-rations-for-amino-acids>. Vaadatud 06.05.2017

Buccioni, A., Pauselli, M., Viti, C., Minieri, S., Pallara, G., Roscini, V., Rapaccini, S., Trabalza, M., Lupi, P., Conte, G., Mele, M. (2015). Milk fatty acid composition, rumen microbial population, and animal performances in response to diets rich in linoleic acid supplemented with chestnut or quebracho tannins in dairy ewes. *Journal of Dairy Science*. Vol. 98, No. 2, pp. 1145-1156

Butler, R.W. (2005). Relationships of dietary protein and fertility. *Advances in Dairy Technology*. Vol 17, pp. 159-168

Calabro, S., Curignelli, I.M., Gonzalez, J.O., Grossi, M., Tudisco, R., Panetta, C., Infascelli, F. (2014). Meat quality of buffalo young bulls fed faba bean as protein source. *Meat Science*. Vol. 96, No. 1, pp. 591-596

Canfield, R.W., C.J. Sniffen and W.R. Bulter. (1990) Effects of excess degradable protein on postpartum reproduction and energy balance in dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 73: 2342-2349

Corrigher, VA., Hill, GM., Bernard, JK., Jenkins, TC., West, JW., Mullinix, BG Jr. (2010). Pigeon peas as a supplement for lactating dairy cows fed corn silage-based diets. *Journal Science*. Vol.93, No. 11

Cruywagen W.C. (2006). Technical note: a method to facilitate retrieval of polyester bags used in in sacco trials in ruminants. *Journal of Dairy Science*. Vol.88, No. 3, pp. 1028-1030

Doreau, M.B. (1992). In vitro and in sacco methods for the estimation of dietary nitrogen degradability in the rumen. *Animal Feed Science and Technology*. No. 40, Vol. 1, pp. 57-86

Eesti Sojaliit MTÜ. (2006). Eesti sojaõa turustusperspektiivide uuring. Tallinn 2006

Francia, A., Rosa, G., Romano, R., Esposito, G., Masucci, F. (2016). Use of peas in organic buffalo farming: effects on nutrient digestibility and milk production. *Italian Journal of Animal Science*. Pp. 405-407

Goelema, O.J., Spreewenbergh, M.A.M., Hof, G., Van der Poel B.F.A., Tamminga, S. (1998). Effect of pressure roasting on the rumen degradability and intestinal digestibility of whole and broken peas, lupins and faba beans and a mixture of those feedstuffs. *Animal Feed Science and Technology*. Vol.76, No. 1-2, pp. 35-50

Gumus, E.C., Decker, A.E., McClements, J.D.(2017). Gastrointestinal fate of emulsion-based ω -3 oil delivery systems stabilized by plant proteins: Lentil, pea, and faba bean proteins. *Journal of Food Engineering*. Vol.207, pp. 90-98

Giallongo,F., Hristov, N.A., Frederick, T., Oh, J., Weeks, H., Werner, J., Lapierre, R.A., Gehman, A., Gehman, A., Parys, C. (2015). Effects of slow-released urea and rumen-protected methionine and histidine on performance of dairy cows. *Journal of Dairy Science*. Vol., 95, No. 5, pp. 3292-3308

Gimenez, M., Drago, S., Greef, D., Gonzalez, R., Lobo, M., Samman, N.(2012). Rheological, functional and nutritional properties of wheat/broad bean (*Vicia faba*) flour blends for pasta formulation. *Food Chemistry*. Vol. 134, No. 1, pp. 200-206

Gresshoff, P. (2017). Soybean (*Glycine max* L). Reference Module in Life Sciences

Gylshwyk van O.N., Murphy M. (1993). Some Aspects of the Rumen Microbiology of Lactating Cows Fed Diets that Differed in Terms of PBV (Protein Balance in the Rumen). *Swedish Journal of agriculture*. Vol 23., pp 21-28

Hoffman C.P., Grummer R.R., Shaver D.R., Broderick A.G., Drendel R.T. (1991). Feeding Supplemental Fat and Undergraded Intake Protein to Early Lactation Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*. Vol. 74, pp. 3468-3474

Hejdysz, M., Kaczmarek, S., Rutkowski, A.(2016). Extrusion cooking improves the metabolisable energy of faba beans and the amino acid digestibility in broilers. *Animal Feed Science and Technology*. Vol. 212, pp. 100-111

Helene, V.P., Rioux, R., Ouellet, R.D.(1997). Milk production and intake of lactating cows fed raw or extruded peas. *Journal of Dairy Science*. Vol. 80, No.12, pp. 3377-3385

Hristov, A., Domitrovich, C., Wachter, A., Cassidy, T., Lee, C., Shingfield, K., Kairenius, P., Davis, J., Brown, J.(2011). Effect of replacing solvent-extracted canola meal with high-oil traditional canola, high-oleic acid canola, or high-erucic acid rapeseed meals on rumen fermentation, digestibility, milk production, and milk fatty acid composition in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. Vol. 94, No. 8, pp. 4057-4074

Huang X., Khan A. N., Zhang X., Yu P.(2015). Effects of canola meal pellet conditioning temperature and time on ruminal and intestinal digestion, hourly effective degradation ratio, and potential nitrogen to energy synchronization in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. Vol. 98, No 12., pp 8836-8845

Huang, Y., Gao, X., Nan, Z., Zhang, Z.(2017). Potential value of the common vetch (*Vicia sativa* L.) as an animal feedstuff : a review. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition

Hu, B., Chen, Q., Cai Q., Fan, F., Wilde, P., Rong, Z., Zeng, X.(2017). Gelation of soybean protein and polysaccharides delays digestion. Food Chemistry. Vol.221, pp. 1598-1605

Jansman M.J.A., Verstegen A.W.M., Huisman, J.(1993). Effect of dietary inclusion of hulls of faba beans (*Vicia faba* L.) with low and high content of condensed tannins on digestion and some physiological parameters in piglets. Animal Feed Science and Technology. Vol.43, No. 3-4, pp. 239-257

Jarrige R. (1987). Situation and perspectives of the modern protein feeding systems for ruminants. A seminar in the Community programme for the coordination of agricultural research held in Brussels. Pp. 304-327

Johansson B., Kumm I.K., Akerlind M., Nadeau E. (2014). Cold-pressed rapeseed cake or full fat rapeseed to organic dairy cows- milk production and profitability. Organic Agriculture.

Kaasik, A., Kask, H., Pedak, E.(2005). Teraviljade kuivaine ja proteiini (mõnede aminohapete) lõhustumine erinevate töötlemisviiside korral. Agraarteadus, Vol. 5, pp. 271

Kaasik, A., Pedak, E., Kask, H.(2000). Termilise töötlemise mõju muljutud kaera kuivaine ja mõnede aminohapete lõhustuvusele veise vatsas. Agraarteadus, Vol.4, pp. 280-289

Kaasik, A. (1999). Kaera mõnede aminohapete lõhustuvusest erinevate mehaanilise töötlemise viiside korral. Agraarteadus. Vol, 10, pp. 11-14

Kaasik, A., Kask, H.(1997). Erineva suurusega teravilja- ja rapiseemnejahu fraktsioonide kuivaine ja proteiini lõhustumine veise vatsas. Agraarteadus. Vol. 3, pp. 225-234

Kaasik, A.(1994).Metaboliseeruv proteiin piimalehmade proteiinitarbe arvestuse alusena. Väitekirj Ph.D kraadi taotleks põllumajandusloomade söötmise erialal. Tartu, pp. 116

Kamalak, A., Canbolat, Ö., Gürbüz, Y., Özay, O.(2005). Protected protein and amino acids in ruminant nutrition. Journal of Science and Engineering. Vol.8, pp. 84-88

Kass, M.(2006). Õli pressimise tehnoloogia mõju rapsikoogi proteiini kvaliteedile veiste söötmisel. Tartu, pp. 84

Kaldmäe, H., Kass, M., Leming, R., Ots, M. (2013). Kuumtöötlemise mõju rapsikoogi proteiini kvaliteedile. Agraarteadus. Vol. 1, pp. 2-6

Kaldmäe, H., Kass, M., Leming, R., Ots, M. Kuumtöötlemise mõju rapsikoogi proteiini kvaliteedile. Agraarteadus. Vol.1, pp. 1-6

Kaljo, E. (2006). Eesti sojakasvatuse perspektiivid- eeluuring. Eesti Sojaliit MTÜ

Keieger, M., Sjöström, K., Blanco-Pededo, I., Madouasse, A., Duval, J., Bareille, N., Fourichon, C., Sundrum, A., Emanuelson, U.(2017). Prevalence of production disease related indicators in organic dairy herds in four European countries. Livestock Science. Vol. 198, pp. 104-108

Kuusk, H. (1994). Soome piimaseandlusest. Agraarteadus. Vol. 3, pp. 350-359

Kärt, O. (2011). Söödaratsiooni energia ja proteiini mõju lüpsilehmade rasvadega seotud ainevahetushaigustele ning reproduktsioonile

Kärt, O., Ots, M., Jaakson, H., Ling, K.(2004). Jõusööda tärklise-ja proteiiniallika mõju uulüpsiperioodi lüpsvate lehmade toodangule, toitainetega varustamusele ja mõningatele vere biokeemilistele näitajatele. Agraarteadus 2004, lk 12-20

Kärt, O., Ots, M., Rihma, E. (2004). Piima karbamiidisalduse ja ratsiooni toitefaktorite vahelisest seosest. Agraarteadus. Vol. 3, pp. 143

Kärt O., Karis V. , Ots M. (2002). Mäletsejaliste proteiintoitumine ja metaboliseeruv proteiinil põhinev söötade hindamise süsteem, Tartu Trükikoda Trükipunkt, pp. 40

Kärt, O., Karis, V., Ots, M.(2002). Mäletsejaliste proteiintoitumine ja metaboliseeruv proteiinil põhinev söötade hindamise süsteem. Tartu 2002, pp. 40

Laur, K. (2015). Proteiinsöötade mõju piimajõudlusele. (Magistritöö). Eesti Maaülikool veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut. Tartu

Lauk, R., Lauk, E., Lauk, Ü. (2008). Suviviki kasvatamine koos nisu ja kaeraga: seemnesaakidest ja proteiinisaakidest. Agraarteadus. Vol.2. pp., 33-37

Leming, R., Lember, R.(2005). Kuum-ja külmpress-rapsikoogi keemiline koostis. Agraarteadus. Vol 2. pp. 96-102

Leming, R., Lember, A.(2005). Chemical composition of expeller-extracted and cold-pressed rapeseed cake. Agraarteadus. Vol.2, pp. 103-109

Lerch S., Pires A.A.J., Delavaud C., Shingfield J.K., Pomies D., Martin B., Chilliard Y., Farlay.(2015). Rapeseed or linseed in dairy cow diets over 2 consecutive lactations: Effects on

adipose fatty acid profile and carry-over effect on milk fat composition in subsequent early lactation. *Journal of Dairy Science*. Vol. 98, No. 2., pp 1005-1018

Lerch S., Ferlay A., Pomies D., Martin B., Pires A.A.J., Chilliard Y. (2012). Rapeseed or linseed supplements in grass-based diets: Effects on dairy performance of Holstein cow over 2 consecutive lactations. *Journal of Dairy Science*. Vol.95, No. 4, pp. 1956-1970

Link, W., Hanafy, M., Melanica, N., Jacobsen, H., Jelenic, S.(n.d). Faba Bean. Department of Crop Sciences

Liu, H., Zhou, D., Li, K.(2013). Effects of chestnut tannins on performance and antioxidative status of transition dairy cows.*Journal of Dairy Science*. Vol. 96, No. 9, pp. 5901-5907

Luhter, K.(2015). Proteiini ja tärglise kaitsmise võimalused mäletsejaliste söötmisel.(Magistritöö). Tartu

Lund, V. (2006). Natural living- a precondition for animal welfare in organic farming. *Livestock Science*. Vol. 100, No. 2-3, pp. 71-83

Madsen, J., Hvelplund, T., Wishbjerg, M. R., Bertilsson, J., Olsson, I., Spördly, R., Harstad, O. M., Volden, H., Tuori, M., Varvikko, T., Huhtanen, P., Olafsson, B. L. (1995). The AAT/PBV protein evaluation system for ruminants: a revision. – *Norwegian Journal of Agricultural Science*. No. 19,pp. 1–37

Madsen J., Hvelplund T. (1987). Values of feed protein degradability and possible methods for its estimation in routine laboratories. A seminar in the Community programme for the coordination of agricultural research held in Brussels.Pp. 96-111

Madsen J., Hvelplund T. (1984). Prediction of amino acid supply to the small intestine of cows from analysis of the feed. *Canada Jurnal Science*. Vol. 64., pp. 86-88

Makkar. (2003).Effects and fate of tannins in ruminants animals, adaptation to tannins, and strategies to overcome detrimental effects of feeding tannin-rich feeds. *Small Ruminants Reasearch*. Vol. 49, No. 3, pp. 241-256

McCarthy,R., Klusmeyer, H.T., Vicini, L.J., Nelson, R.D. (2002). Effects of source of protein and carbonhydrate on ruminal fermentation and passage of nutrients to the small intestine of lactating cows. *Journal of Dairy Science*. Vol.72, No.8, pp 3526-3537

McDonald, I. (1981) A revised model for the estimation of protein degradability in the rumen. – *Journal of Agricultural Science, Cambridge Journals*. No. 96, pp. 251–252

- Mohamed, R., Chaudhry.S.A.** (2008). Methods to study degradation of ruminant feeds. Cambridge University Press. Vol. 21, No. 1., pp 68-81
- Molan, A., Attwood, G., Min, B., McNabb, W.**(2002). The effect of condensed tannins from *Lotus pedunculatus* and *Lotus corniculatus* on the growth of proteolytic rumen bacteria in vitro and their possible mode of action. Canadian Journal of Microbiology. Vol. 47, pp. 626-633
- Morgera, E., Caro, C., Duran, G.**(2012). Organic agriculture and the law. Development Law Service. Vol. 107, pp. 1-307
- Muuga, A.** (1963). Üldine söötmisõpetus I.Tallinn, pp. 250-286
- NorFor**, (2007) . NorFor in sacco standard. – Nordic Feed Evaluation System. September 2007. pp. 1–4
- Newkirk R.**(2011). 8-Meal nutrient composition. Canola.Pp. 229-244
- Orlandi T., Kozloski V.G., Alves P.T., Mesquita R.F., Avila C.S.** (2005). Digestibility, ruminal fermentation and duodenal flux of amino acids in steers fed grass forage plus concentrate containing increasing levels of *Acacia mearnsii* tannin extract. Science Direct. Vol.210., pp. 37-45
- Ørskov, E. R., McDonald, P.** (1979). The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. – Journal of Agricultural Science, Cambridge Journals.Vol. 92,pp. 499–503
- Olt, A., Kärt, O., Kaldmäe, H., Ots, M., Songisepp, E., Smidt, I.**(2005). Kindlustuslisandi ja kuivaine mõju silo proteiini lõhustuvusele ja biogeensete amiinide sisaldusele. Agraarteadus, Vol.2, pp. 110-116
- Ots, M.**(2005). Energia-ja proteiiniallika mõju mikroobse proteiini sünteesile mäletsejalistel. Tartu, pp.160
- Patton A. R., Hristov N.A., Lapierre H.** (2014). Protein feeding and balancing for amino acids in lactating dairy cattle. ScienceDirect Vol. 20, No. 3, pp. 599-621
- Patton A.R.** (n.d). The strategic use of ruminally protected amino acids in dairy nutrition. <http://dairy.ifas.ufl.edu/rns/2009/Patton.pdf> vaadatud 20.05.2017
- Reeve, J., Hoagland, L., Villalba, J., Carr, P., Atucha, A., Cambardella, C., Davis, D., Delate, K.**(2016). Chapter six- Organic farming, soil health, and food quality- considering possible links. Advances in Agronomy. Vol. 137, pp. 319-367

Pol, M., Hristov, A., Zaman, S., Delano, N., Schneider, C. (2009). Effect of inclusion of peas in dairy cow diet on ruminal fermentation, digestibility and nitrogen losses

Puhakka, L., Jaakkola, S., Simpura, I., Kokkonen, T., Vanhatalo, A. (2016). Effects of replacing rapeseed meal with fava bean at 2 concentrate crude protein levels on feed intake, nutrient digestion, and milk production in cows fed grass silage-based diets. *Journal of Dairy Science*. Vol. 99, No. 10, pp. 7993-8006

Põllumajandusliku loomakasvatuse nõuded. Riigiteataja. Vastu võetud 08.06.2001, nr 38

Põllumajandusamet. (2017). Mahepõllumajanduslik taimekasvatus. <http://www.pma.agri.ee/index.php?id=104&sub=128&sub2=296&sub3=297> (15.05.2017)

Schmidt, J., Zsedely, E. (2011). Nutrition of ruminants. www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/.../0059_ruminants_nutrition.docx vaadatud 20.05.2017

Seufert, V., Ramankutty, N., Mayerhofer, T. (2017). What is this thing called organic? - How organic farming is codified in regulations. *Food Policy*. Vol. 68, pp. 10-20

Sinclair, L., Hart, K., Wilkinson, R., Huntington J. (2009). Effects of inclusion of whole-crop pea silages differing in their tannin content on the performance of dairy cows fed high or low protein concentrates. *Livestock Science*. Vol. 124, No. 1-3, pp. 306-313

Singh, S., Kundu, S.S., Negi, S.A., Singh, N.P. (2006). Cowpea (*Vigna unguiculata*) legume grains as protein source in the ration of growing sheep. *Small Ruminant Research*. Vol. 64, No.3, pp. 247-254

Smith, K. (n.d). Soybeans- history and future. <http://www.soymeal.org/FactSheets/HistorySoybeanUse.pdf> (05.02.2017)

Statistikaamet, PM_07. (2014). Mõistetud. http://pub.stat.ee/pxweb.2001/Database/Majandus/13Pellumajandus/06Pellumajandussaaduste_tootmine/06Taimekasvatussaaduste_tootmine/PM_07.htm (18.03.2017)

Statistikaamet. Kaunviljakultuurid põllumajanduslikes majapidamistes, 2011. (Andmed uuendatud 17.10.2002). Eesti Statistika andmebaas. <http://pub.stat.ee/px-web.2001/dialog/Saveshow.asp> (11.02.2017)

Statistikaamet 2012-015. Teraviljasaak mullu suurenes. Eesti Statistika andmebaas. <http://www.stat.ee/pressiteade-2012-015> (04.02.2017)

- Tamminga S.** (1979). Protein degradation in the forestomachs of ruminants. *Jurnal of Animal Science*. Vol. 49, No. 6, pp 1615- 1630
- Vadi, M., Jürgenzon, A., Kaldmäe, H., Olt, A.** (2004). Ristiku ja kõrreliste segude ning nende silo toitainete lõhustuvusest veiste vatsas. *Agraarteadus*. Vol 3, pp. 172- 180
- Vadi M., Kaldmäe H., Kärt O., Ots M., Jürgenzon A., Olt A** (2003). Temperatuuri mõjust rapsikoogi proteiini lõhustuvusele vatsas. *Agraarteadus*. Vol. 2., pp. 119-124
- Valdvee, E., Klaus, A.** (2015). Mahepõllumajandusmaa osatähtsus on suurim Austrias, Rootsis ja Eestis. Statistikaamet. <http://www.stat.ee/269474?highlight=mahep%C3%B5llumajandus> (02.04.2017)
- Tewatia, S.B., Khatta, K.V., Virk, S.A., Gupta, C.P.** (1995). Effect of formaldehyde-treated faba beans (*Vicia faba* L.) on performance of lactating goats. *Small Ruminant Research*. Vol. 16, No. 2, pp. 107-111
- Vickery., H.** (1950). The origin of the word protein. *Yale Journal of Biology and Medicine*. 1950. No.22, Vol. 5., pp. 387-393
- Vioque, J., Alaiz, M., Calle, J.** (2012). Nutritional and functional properties of *Vicia faba* protein isolates and related fractions. *Food Chemistry*. Vol. 132, No. 1, pp. 67-72
- Volpelli, L., Comellini, M., Gozzi, M., Masoero, F., Moschini, M.** (2012). Pea (*Pisum sativum*) and faba beans (*Vicia faba*) in dairy cow diet: effect on milk production and quality. *Italian Journal of Animal Science*. Pp. 217-222
- Volpelli, L., Comellini, Michele, C., Masoero, F., Moschini, M., Fiego, D., Scipioni, R.** (2010) Faba beans (*Vicia faba*) in dairy cow diet: effect on milk production and quality. *Italian Journal of Animal Science*. Pp. 138-144
- Wanasundara D.P.J., Tan S., Alashi M.A., Pudiel F., Blanchard C** (2017). Chapter 18- Proteins from canola/rapeseed : current status. *Sustainable Protein Sources*. Pp. 285-304
- Yunta C., Vonnahme K., Mordhost R.B., Hallford M.D., Lemley O.C., Parys C., Bach A.** (2015). Arginine supplementation between 41 and 14 days of pregnancy reduces uterine blood flow in dairy heifers. *ScienceDirect*. Vol. 84, No. 1, pp. 43-50
- Yu, P., Goelema, J., Tamminga, S.** (2000). Usind the DVE/OEB model to determine optimal conditions of pressure toasting on horse beans (*Vicia faba*) for the dairy feed industry. *Animal Feed Science and Technology*. Vol. 86, No. 3-4, pp. 165-176

CHEMICAL CONTENT, RUMEN DEGRADABILITY AND IMPACT OF THERMAL TREATMENT ON DEGRADABILITY FACTORS OF PULSES SUITABLE FOR ORGANIC CATTLE PRODUCTION

The Master's thesis study, based on corresponding literature, the impact of different protein fodders on milk production and the protection of the protein in these fodders. The chemical composition of the fodder suitable for the organic cattle production (pea, bean and vetch) and the impact of the thermal processing on the degradability of protein were observed. Peas and field beans were heated at 130 °C for 20 minutes. *In sacco* test was carried out on three fistulated cows. The fodder samples used in testing were analysed by acknowledged methods in the laboratory of fodder and metabolism of the feeding faculty of the veterinary medicine and cattle breeding institute of the Estonian University of Life Sciences.

Based on the survey conclusion may be drawn as follows:

- The dry matter of heated pea degraded faster in comparison with the non-heated peas. The dry matter of the mentioned fodder degraded in the rumen during 48 hours.
- Upon the degradability of the dry matter of the field beans it did not matter whether the fodder was processed or not ($p < 0.05$).
- The degradability of summer vetch was smaller in comparison with the pea ($p < 0.05$), however, the dry matter of pea and also the vetch was almost completely degraded by the 48th incubation hour.
- There were no statistical difference in the degradability of the protein of the pea and the field bean ($p = 0.106$)
- The 50 % of the degradability of the vetch protein occurred already within the first two hours. Within 24 hours practically all the protein of the summer vetch had been degraded in the rumen.
- The difference between the effective degradability of thermally processed and unprocessed pea protein was statistically relevant ($p = 0.006$).
- In organic cattle production legumes have to be preferred which comply well with the agro-technical measures, give good crops and were pest-resilient.

As this Master's thesis is one of the few studies about feeding locally grown pulses to cows, several aspects might be further studied in the future as follows:

- Different kinds of thermal processing for the protection of the protein of the pulses;
- The impact of the size of the fodder particles on the degradability of the protein and the dry matter in the cow's rumen;
- The impact of protein fodders used on the cow's lactation and the fat and protein content of the milk.

Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks ning juhendaja kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Mina, Innar Viksi

Sünniaeg 05.08.1993

1. Annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud lõputöö
„Maheveisekasvatuse sobivate kaunviljade keemiline koostis, lõhustuvus vatsas ja
kuumtöötlemise mõju lõhustusnäitajatele“
„Chemical content, rumen degradability and impact of thermal treatment on
degradability factors of pulses suitable for organic cattle production“
 - 1.1. Salvestamiseks säilitamise eesmärgil,
 - 1.2. Digiarhiivi Dspace lisamiseks ja
 - 1.3. Veebikeskkonnas üldsusele kättesaadavaks tegemiseksKuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;
2. Olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile;
3. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega
isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Lõputöö autor _____
(allkiri)

Tartu, _____
(kuupäev)

Juhendaja kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Luban lõputöö kaitsmisele.

(juhendaja nimi ja allkiri)

(kuupäev)